



BIBLIOTHEEK  
PPO sector Bloembollen  
Postbus 85  
2160 AB Lisse  
0252 462121

**Verbetering warmwater-  
behandeling van vaste planten  
ter bestrijding van aaltjes**

**Rapport Bloembollenonderzoek nr. 127**

P. van Dalfsen  
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,  
Sector Bloembollen

Rapport Bloembollenonderzoek nr. 127  
Lisse, februari 2001

ISBN 1611970  
P-12-R/127  
1<sup>e</sup> ex.

## **Colofon**

### **Bestellen**

f25,- overmaken op ABN/AMRO 56.80.14.979  
ten name van Laboratorium voor Bloembollenonderzoek,  
Onder vermelding van Rapport Bloembollenonderzoek nr. 127

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Bloembollen  
Postbus 85  
2160 AB LISSE  
tel. 0252 - 462121

ISSN 1386-9442

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van de gegevens uit deze uitgave.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving  
Lisse, februari 2001

Productschap  Tuinbouw

Productschap Tuinbouw (PT)  
Postbus 90403, 2509 LK DEN HAAG



Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij  
Postbus 20401, 2250 EK DEN HAAG

## **Verbetering warmwaterbehandeling van vaste planten ter bestrijding van aaltjes**

Rapport Bloembollenonderzoek nr. 127, februari 2001

auteur: P. van Dalfsen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Bloembollen

70 pagina's, 4 foto's, 32 tabellen, 2 bijlagen

### **Trefwoorden**

warmwaterbehandeling, vaste planten, wortelaaltjes, wortelknobbelaaltje, Meloidogyne hapla, wortelstelen-aaltjes, Pratylenchus penetrans, cultuirkoken, voorbehandeling, nabehandeling, roottijdstip, warmtetolerantie, Aconitum, Alchemilla, Anemone, Astilbe, Astrantia, Centaurea, Cimicifuga, Delphinium, Geranium, Hosta, Ligularia, Paeonia, Phlox, Pulmonaria, Salvia.

### **Referaat**

Op verzoek van de Vereniging van Vasteplantenkwekers is op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (nu Praktijkonderzoek Plant & Omgeving) het onderzoek voortgezet naar de verbetering van de warmwaterbehandeling voor vaste planten ter bestrijding van wortelstelen-aaltjes en wortelknobbelaaltjes.

Het effect op de bestrijding van de wortelaaltjes is onderzocht, en vooral het effect van aanpassingen van de warmwaterbehandeling: tijdstip van de warmwaterbehandeling en bewaar temperatuur; cultuirkoken, en voor- en nabehandelingen.

Daarnaast is gezocht naar mogelijkheden de warmtetolerantie van vaste planten te verbeteren. Aspecten daarin waren: diverse soorten; effect van voor- en nabehandelingen; effect van het roottijdstip; effect van de wijze van "koken".

Tot slot is een protocol opgesteld waarmee kwekers voor hun eigen gewassen en soorten kunnen bepalen wat hun warmtetolerantie is.

## **VOORWOORD**

Het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) is per 1 januari 2001 ontstaan door het samengaan van de Proefstations voor Plantaardig Praktijkonderzoek, de Regionale Onderzoekcentra en de Proefbedrijven. De locaties te Lisse (voorheen Laboratorium voor Bloembollenonderzoek) en St. Maartensbrug (voorheen Proefbedrijf De Noord) vormen samen PPO Sector Bloembollen.

Het onderzoek is tot 1 januari 2001 uitgevoerd door het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO). In hoofdstuk 7 wordt gesproken over een door het LBO gebruikte methode van warmwaterbehandeling (ook wel "koken" genoemd). De methode wordt daarom aangeduid als LBO-koken.

## **INHOUDSOPGAVE**

**pag.**

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>1. SAMENVATTING</b>	<b>9</b>
1.1 Aaltjesbestrijding	9
1.2 Warmtetolerantie planten	9
1.3 Protocol	10
<b>2. INLEIDING</b>	<b>13</b>
2.1 Achtergrond	13
2.2 Doelstelling en resultaat	13
2.3 Aaltjes in de vaste plantenteelt	13
2.4 Opzet van het onderzoek	15
<b>3. BESTRIJDING AALTJES DOOR WARMWATERBEHANDELING; VELDPROEVEN</b>	<b>17</b>
3.1 Inleiding	17
3.2 Algemene proefopzet	17
3.3 Meloidogyne hapla (noordelijk wortelknobbelaaltje)	19
3.4 Pratylenchus penetrans (wortelstiepaaltje)	23
<b>4. WARMTETOLERANTIE GEZONDE PLANTEN</b>	<b>27</b>
4.1 Inleiding	27
4.2 Algemene proefopzet	27
4.3 Aconitum	28
4.4 Anemone	28
4.5 Astrantia	29
4.6 Centaurea	29
4.7 Cimicifuga	30
4.8 Geranium	30
4.9 Hosta	31
4.10 Ligularia	32
4.11 Paeonia	33
4.12 Pulmonaria	33
4.13 Salvia	34
<b>5. MOGELIJKHEDEN VOOR HET BEÏNVLOEDEN VAN WARMTETOLERANTIE: VOOR- EN NABEHANDELINGEN</b>	<b>35</b>
5.1 Inleiding	35
5.2 Algemene proefopzet	35
5.3 Aconitum	36
5.4 Alchemilla	37
5.5 Anemone	38
5.6 Astilbe	38
5.7 Astrantia	39
5.8 Centaurea	40
5.9 Geranium	40
5.10 Phlox	41
<b>6. MOGELIJKHEDEN VOOR HET BEÏNVLOEDEN VAN WARMTETOLERANTIE: ROOTIJDSTIP</b>	<b>43</b>
6.1 Inleiding	43
6.2 Algemene proefopzet	43
6.3 Resultaten	44
6.4 Discussie en conclusie	44

<b>7.</b>	<b>MOGELIJKHEDEN TOT BEÏNVLOEDEN VAN DE WARMTETOLERANTIE: OPWARMEN WATERBAD</b>	<b>47</b>
<b>7.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>47</b>
<b>7.2</b>	<b>Algemene proefopzet</b>	<b>47</b>
<b>7.3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>48</b>
<b>7.4</b>	<b>Discussie en conclusie</b>	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>OPSTELLEN PROTOCOL</b>	<b>51</b>
<b>8.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>51</b>
<b>8.2</b>	<b>Proefopzet</b>	<b>51</b>
<b>8.3</b>	<b>Astilbe</b>	<b>52</b>
<b>8.4</b>	<b>Hosta</b>	<b>53</b>
<b>8.5</b>	<b>Alchemilla</b>	<b>53</b>
<b>8.6</b>	<b>Geranium</b>	<b>54</b>
<b>8.7</b>	<b>Algemene discussie en conclusie</b>	<b>55</b>
<b>9.</b>	<b>ALGEMENE DISCUSSIE EN CONCLUSIE</b>	<b>57</b>
<b>9.1</b>	<b>Aaltjesbestrijding</b>	<b>57</b>
<b>9.2</b>	<b>Warmtetolerantie planten</b>	<b>58</b>
<b>9.3</b>	<b>Beïnvloeden warmtetolerantie planten</b>	<b>59</b>
<b>9.4</b>	<b>Opstellen protocol</b>	<b>60</b>
<b>9.5</b>	<b>Plantgoed</b>	<b>60</b>
<b>10.</b>	<b>AANBEVELINGEN</b>	<b>61</b>
<b>11.</b>	<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>63</b>
	<b>Bijlagen: Kopieën van artikelen</b>	<b>65</b>

## 1. SAMENVATTING

### 1.1 AALTJESBESTRIJDING

In vaste planten komen voornamelijk vier soorten schadelijke aaltjes voor: wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*), wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*), bladaaltjes (*Aphelenchoides fragariae* en *A. ritzemabosi*) en stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*). Vooral wortelknobbel- en wortellesieaaltjes kunnen grote problemen veroorzaken.

Een aantasting met deze aaltjes in vaste planten kan bestreden worden door het geven van een warmwaterbehandeling aan de planten. Bij een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C of 1 uur 45°C werden wortelknobbelaaltjes goed bestreden. Voor wortellesieaaltjes bleken hogere temperatuur-tijdsduur noodzakelijk te zijn voor een volledige bestrijding.

Een warmwaterbehandeling in december (voor de bewaring) gaf een betere bestrijding van het wortelknobbelaaltje dan een warmwaterbehandeling in maart (vlak voor planten). Dit effect is bij het wortellesieaaltje niet aangetoond. Door planten in te vriezen bij – 2°C werd een betere bestrijding gerealiseerd van het wortelknobbelaaltje. Dit is niet gevonden bij het wortellesieaaltje. Wellicht zijn er mogelijkheden voor bestrijding door de behandelingen verder te verbeteren.

Warmwaterbehandelingen die een volledige bestrijding van wortelaaltjes geven, veroorzaken vaak schade aan de planten. Daarom zijn er proeven gedaan met cultuurskoken, waarbij de planten jaarlijks een lichte warmwaterbehandeling ondergaan. Bij zo'n lichte warmwaterbehandeling ontstaat weinig of geen schade aan de planten, terwijl door jaarlijks uitvoeren de aaltjespopulatie goed onderdrukt wordt. In een driejarige cultuurskookproef werden bij de cultuurskookbehandelingen van 1 of 2 uur 43½°C geen wortelknobbelaaltjes teruggevonden. Het aantal wortellesieaaltjes was in deze behandelingen tot een laag niveau gedaald. Cultuurskoken met 2 uur 41°C biedt alleen perspectieven bij een lage beginaantasting van het plantmateriaal. Bij deze cultuurskookbehandeling vindt er jaarlijks een beperkte bestrijding plaats van het wortelknobbel- en wortellesieaaltje. De bestrijding van het wortelknobbelaaltje is daarbij iets effectiever dan de bestrijding van het wortellesieaaltje. Door direct bij lage beginaantasting deze cultuurskookbehandeling uit te voeren, kan voorkomen worden dat een beginnend aaltjesprobleem zich (snel) uitbreidt. Er zijn geen mogelijkheden voor cultuurskoken met 1 uur 41°C, want deze warmwaterbehandeling geeft geen bestrijding van het wortelknobbel- en wortellesieaaltjes.

Voor- en nabehandelingen bij een warmwaterbehandeling kunnen schade aan de planten beperken, zonder dat deze invloed lijken te hebben op de bestrijding van wortelknobbelaaltjes. Een mogelijke uitzondering hierop is een voorbehandeling van 1 dag 30°C, waarbij meer overlevende wortelknobbelaaltjes werden gevonden.

Om het bestrijdend effect van een warmwaterbehandeling goed te benutten, moet niet alleen leverbaar materiaal een warmwaterbehandeling krijgen, maar vooral ook het plantgoed.

### 1.2 WARMTETOLERANTIE PLANTEN

Naast het effect van een warmwaterbehandeling op aaltjes is het belangrijk te weten wat het effect van die warmwaterbehandeling is op vaste planten. In Tabel 1 staat een overzicht van warmtetolerantie van de geteste soorten vaste planten. Er wordt hierbij uitgegaan van een warmwaterbehandeling in maart (vlak voor het planten). Een warmwaterbehandeling op dit tijdstip geeft in het algemeen de beste resultaten.

De volgende gewassen zijn zeer warmtetolerant: *Astilbe* 'Europa', *Astilbe* 'Peach Blossom', *Hosta sieboldiana*, *Hosta* 'Frances Williams', *Hosta tardiana* 'Halcyon', *Paeonia chinensis* 'Sarah Bernhardt', en *Phlox* 'Fujiyama'.

De soorten *Aconitum napellus*, *Delphinium* 'Völkerfrieden', *Geranium* 'Johnson's Blue', *Ligularia* 'Przewalskii', *Phlox* 'Bright Eyes' en *Salvia nemorosa* 'Ostfriesland' zijn goed warmtetolerant.

Matig warmtetolerante gewassen zijn *Alchemilla mollis*, *Anemone hybrida* 'Pamina', *Centaurea dealbata* 'Steenbergii', *Cimicifuga racemosa* en *Pulmonaria saccharata* 'Dora Bielefeld'.

*Astrantia major* 'Rubra' is weinig warmtetolerant en kan nauwelijks een warmwaterbehandeling verdragen.

Schade door een warmwaterbehandeling kan in veel gevallen gereduceerd worden door een voor- en/of nabehandeling. Tabel 2 geeft een overzicht van behaalde resultaten met voor- en

nabehandelingen. Bij nagenoeg alle geteste gewassen werd óf een schadeverminderend effect of geen effect vastgesteld. Bij Alchemilla en Astilbe werden tegenstrijdige resultaten behaald met de nabehandeling '4 dagen 20°C'. Soms werkte deze nabehandeling schadeverminderend, maar soms gaf hij juist extra schade.

Het rooitijdstip van de planten kan invloed hebben op de warmtetolerantie van de planten. Dit is aangetoond bij Astilbe 'Europa'. Vroeg gerooide planten (oktober) liepen meer schade op door een warmwaterbehandeling dan later gerooide planten (november of december). Bij laat gerooide planten is het tijdstip van warmwaterbehandeling minder van belang. Bij Phlox 'Fujiyama' werd geen verschil in warmtetolerantie gevonden tussen vroeg en laat rooien. Mogelijk is het rooitijdstip vooral van belang bij zware warmwaterbehandelingen. Dit kan een verklaring zijn voor de gevonden verschillen in warmtetolerantie tussen jaren.

Opwarmen van plantmateriaal voorafgaand aan een warmwaterbehandeling lijkt geen invloed te hebben op de schade door de warmwaterbehandeling. Bij vijf geteste gewassen (Astilbe, Geranium, Paeonia, Phlox en Salvia) werd geen verschil in gewasstand en oogstgewichten waargenomen tussen wel of niet opwarmen. De planten lijken niet warmtetoleranter te worden door de planten voorafgaand aan de warmwaterbehandeling op te warmen. Bij grote partijen zal opwarmen wel nuttig zijn om een betere warmteverdeling te krijgen. Hiermee kan voorkomen worden dat de buitenkant van een partij langer gekookt wordt dan de binnenkant van een partij. Wel is het belangrijk om de planten na de warmwaterbehandeling zeer snel af te koelen.

### **1.3. PROTOCOL**

Er zijn grote verschillen in warmtetolerantie tussen soorten vaste planten. Zelfs cultivars kunnen verschillen in warmtetolerantie. Daarom is een protocol opgesteld, waarmee snel inzicht kan verkregen worden in de warmtetolerantie van een gewas. Door voorafgaand aan het teeltseizoen enkele warmwaterbehandelingen te testen in een kasproef, worden resultaten verkregen voordat de gewassen buiten worden geplant. Daardoor kan in het daarop volgende teeltseizoen in een veldproef een optimalisering van de beste warmwaterbehandeling plaatsvinden. Hiermee krijgt men binnen één jaar redelijk zicht op de mogelijkheden voor een warmwaterbehandeling van een gewas. In een vergelijking van kas- en veldproef bij enkele gewassen bleek dat de resultaten van beide proeven goed overeenkomen.



**Tabel 1.** Overzicht van de warmtetolerantie van diverse soorten vaste planten. De tabel geeft resultaten van verschillende combinaties van temperatuur en tijd bij uitvoering vlak voor het planten (maart). Deze tabel kan niet los gebruikt worden van de tekst in het rapport. Eveneens is van belang dat de vermelde gegevens alleen gelden voor deze cultivars, en niet voor andere cultivars van dezelfde soort vaste plant. Resultaten zijn gebaseerd op het eerste project (Van der Meij, 1998) en op het tweede project (1998-2000).

soort vaste plant	Resultaat warmwaterbehandeling					
	1 uur 41°C	2 uur 41°C	1 uur 43,5°C	2 uur 43,5°C	3 uur 43,5°C	½ uur 45°C
Aconitum napellus			+	-		+
Alchemilla mollis		+	-			-
Anemone hybrida 'Pamina'	+	-	-	~		
Astilbe 'Europa'			++	+	-	++
Astilbe 'Peach Blossom'			++	+	-	++
Astrantia major 'Rubra'	-		--	--		-
Centaurea dealbata 'Steenbergii'	++	+	-	-		
Cimicifuga racemosa	++	+	-	--		
Delphinium 'Völkerfrieden'			+			+
Geranium 'Johnson's Blue'			+	-		+
Geranium 'Gravetye' *			+	-		+
Hosta sieboldiana			++	++	++	++
Hosta 'Francis William'			++	+		++
Hosta tardiana 'Halcyon'			++	++		++
Ligularia 'Przewalskii'	++		++	~		+
Paeonia chinensis 'Sarah Bernhardt'			++	++	++	++
Phlox 'Fujiyama'			++	++	-	++
Phlox 'Bright Eyes' *	++	++	++	-		
Pulmonaria saccharata 'Dora Bielefeld'	++	++	-	~		
Salvia nemorosa 'Ostfriesland'	++		++	-		++

- \* = resultaten gebaseerd op 1 proefjaar
- ++ = opbrengst gelijk aan de onbehandelde planten
- +
- = opbrengst wordt lager door wwv, maar is nog wel acceptabel
- = opbrengst is slecht
- = er is geen opbrengst
- blanco = niet uitgevoerd

**Tabel 2.** Overzicht van het effect van een aantal voor- en nabehandelingen bij diverse soorten vaste planten. Deze tabel kan niet los gebruikt worden van de tekst in het rapport. Eveneens is van belang dat de vermelde gegevens alleen gelden voor deze cultivars, en niet voor andere cultivars van dezelfde soort vaste plant. Resultaten zijn gebaseerd op het eerste project (Van der Meij, 1998) en op het tweede project (1998-2000).

voor- en/of nabehandeling in combinatie met warmwaterbehandeling	Aconitum napellus	Alchemilla mollis	Astilbe 'Peach Blossom'	Astrantia major 'Rubra'	Anemone hybrida 'Pamina	Centaurea dealbata 'Steenbergil' (zie opm. tekst)	Delphinium 'Völkerrfrieden'	Geranium 'Johnsons Blue'	Phlox 'Bright Eyes'
1 dag 30°C vóór	+	0	+				0	+	++
2 dagen 30°C vóór	+	+	+		0*	0*		0*	
2 dagen 25°C vóór		+	+	0	0*	0*		+	
3 dagen 20°C na	++						+		
4 dagen 20°C na	0*	?	+	+	++	0*		+	++
4 dagen 15°C na		+	+	+	++	0*		+	
2 dagen 30°C vóór + 4 dagen 20°C na			++						
2 dagen 30°C vóór + 4 dagen 15°C na		++							
2 dagen 25°C vóór + 4 dagen 20°C na								++	
2 dagen 25°C vóór + 4 dagen 15°C na								++	

\* = slechts eenmalig uitgevoerd  
 ++ = sterke verbetering in oogstgewicht t.o.v. alleen ww  
 + = verbetering in oogstgewicht t.o.v. alleen ww  
 0 = geen verbetering in oogstgewicht t.o.v. alleen ww  
 ? = tegenstrijdige resultaten  
 blanco = niet uitgevoerd

## **2. INLEIDING**

### **2.1 ACHTERGROND**

In de teelt van vaste planten kan een besmetting met aaltjes een belangrijk probleem zijn. Bij de export van vaste planten naar bijvoorbeeld de Verenigde Staten, Canada of Japan worden strenge eisen gesteld aan het plantmateriaal. Deze landen hanteren een nultolerantie, wat inhoudt dat plantmateriaal vrij moet zijn van aaltjes. Niet alleen bij de export, maar ook tijdens de teelt kunnen aaltjes een probleem zijn. Ze veroorzaken schade aan het gewas, waardoor een verminderde groei optreedt. Dit leidt tot opbrengstverliezen en mindere kwaliteit.

Uit een survey van de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in 1992 bleek dat een aaltjesbesmetting in vaste planten vaker voorkwam dan voorheen werd aangenomen. Tevens werd in 1993 de 'Regulering Grondontsmetting' van kracht, waardoor de bestrijdingsmogelijkheden van bodemaaltjes sterk beperkt zijn. De Vereniging van Vasteplantenkwekers besloot op grond hiervan een werkgroep 'Aaltjes' op te richten, die tot taak kreeg oplossingen voor het aaltjesprobleem te zoeken.

De bevindingen van deze werkgroep werden vastgelegd in het rapport 'Beheersen van aaltjes in de teelt van vaste planten'. Twee belangrijke oplossingsrichtingen uit het rapport zijn: het zoeken naar een aangepaste teelt- en vermeerderingsmethode en een warmwaterbehandeling van plantmateriaal. Het Proefstation voor de Boomkwekerij (Boskoop) onderzocht de mogelijkheden van aangepaste teelt- en vermeerderingsmethoden. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het verslag 'Methoden voor het vermeerderen en instandhouden van aaltjesvrij uitgangsmateriaal in de vasteplantenteelt'. Dit onderzoek werd eind 1996 afgerond.

De PD heeft in opdracht van het Productschap Tuinbouw (voorheen Produktschap voor Siergewassen) en de Nederlandse Bond van Boomkwekers in 1994 een literatuurstudie uitgevoerd naar warmwaterbehandeling van plantmateriaal. De resultaten zijn vastgelegd in een rapport (Van Teylingen, 1994). Dit rapport is vervolgens gebruikt als start voor het onderzoek naar de mogelijkheden van een warmwaterbehandeling ter bestrijding van aaltjes in de vaste planten, uitgevoerd door het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (Lisse). Dit onderzoek is gestart in september 1994 en beëindigd in december 1997. De resultaten hiervan zijn verschenen in rapport Bloembollenonderzoek nr. 114 (Van der Meij, 1998). In dit onderzoek zijn diverse vragen onbeantwoord gebleven. Daarom is er een vervolgonderzoek uitgevoerd, dat in 2000 werd afgerond.

### **2.2 DOELSTELLING EN RESULTAAT**

De doelstelling van het vervolgonderzoek was het vaststellen van de mogelijkheden van 'cultuurkook' van vaste planten ter bestrijding van wortelknobbelaaltjes en wortellessieaaltjes, en letale temperatuur-tijdsduurcombinatie van het wortellessieaaltje.

De verwachting was dat de invloed bepaald kon worden van verschillende factoren (rootijdstip, tijdstip warmwaterbehandeling, voor- en nabehandeling en bewaaromstandigheden) op de warmtetolerantie van een geselecteerde reeks vaste planten en op de wortelaaltjes.

Aan het einde van de projectperiode bleek dat 'cultuurkoken' een goede mogelijkheid is om een aantasting van wortelknobbelaaltjes en wortellessieaaltjes op een zeer laag niveau te houden. Er zijn diverse soorten vaste planten getoetst op warmtetolerantie. Verder is gebleken dat toepassing van voor- en nabehandelingen bij een aantal soorten vaste planten de schade door een warmwaterbehandeling kan verminderen. Toepassing van deze voor- en nabehandelingen lijkt geen slechtere bestrijding van wortelknobbelaaltjes te veroorzaken. Van een klein aantal soorten vaste planten is bekend geworden welke invloed het rootijdstip heeft op de gevoeligheid voor een warmwaterbehandeling. Tenslotte is er een protocol ontwikkeld voor kwekers, waarmee men met beperkte inzet kan nagaan of bepaalde vaste planten een warmwaterbehandeling kunnen verdragen.

### **2.3 AALTJES IN DE VASTE PLANTENTEELT**

Aaltjes of nematoden zijn kleine draadvormige rondwormen van ongeveer 0,1 - 5 mm lang. Aaltjes komen in de natuur algemeen voor. Veel aaltjessoorten leven ten koste van andere organismen, zoals bacteriën, schimmels of andere aaltjes. Daarnaast is er een grote groep aaltjes die parasiteert op planten en dieren. De vier belangrijkste aaltjes voor de vasteplantenteelt worden hierna kort besproken.

### 2.3.1 Wortellessieaaltje (*Pratylenchus penetrans*)

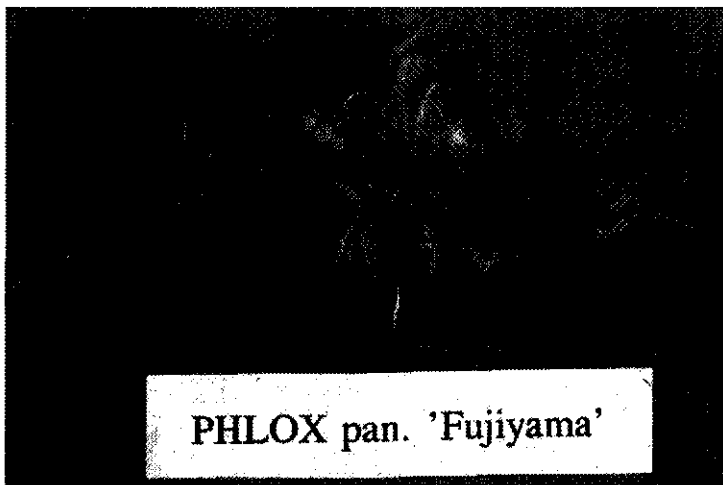


Wortellessieaaltjes in *Liatris*

Wortellessieaaltjes leven in de wortels van de plant en kunnen overleven en vermeerderen in dode stukjes wortel in de grond. Ook overleeft het aaltje vrij in de grond. Wortellessieaaltjes vermeerderen zich snel. Wortellessieaaltjes komen vooral voor op de lichtere gronden (zand-, dal-, lichte zavelgronden). Aantasting gaat als volgt. Het aaltje prikt de buitenste wortelcellen aan, dringt naar binnen en vervolgt zijn weg door de wortel. De achtergelaten cellen sterven af en kleuren bruin, waardoor de typische lesies ontstaan. Bij een zware besmetting met wortellessieaaltjes rotten de wortels weg. Het gevolg is een slecht groeiend gewas. Het aaltje is mobiel, wat betekent dat het vrij in en uit de wortel kan. Overleving en vermeerdering van het aaltje vindt plaats in grond en wortelresten. Een vrouwtje kan 30 tot 40 eieren afzetten gedurende haar leven. Een cyclus (van ei tot ei) duurt 40 tot 90 dagen, afhankelijk van de bodemtemperatuur. Daardoor kunnen er meer generaties (2 á 3) per jaar ontstaan.

Het wortellessie-aaltje heeft vele waardplanten, waaronder zowel een- als tweezaadlobbigen. Planten als *Tagetes* en *Helenium* zijn niet vatbaar en kunnen deze aaltjes zelfs doden. Enkele waardplanten zijn *Delphinium*, *Scabiosa*, *Astilbe*, *Phlox* en *Alchemilla*.

### 2.3.2 Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*)



PHLOX pan. 'Fujiyama'

Noordelijk wortelknobbelaaltje in *Phlox*

Het noordelijk wortelknobbelaaltje leeft voornamelijk in de wortels van de plant en kan zich in één teeltseizoen snel vermeerderen. Een vrouwtje legt 300 tot 500 eieren in een pakket. Afhankelijk van de temperatuur duurt een cyclus 40 tot 90 dagen. Zodoende kunnen er meer cycli in een jaar gevormd worden. De larven in de eieren komen spontaan uit bij voldoende hoge bodemtemperatuur en vocht. Vervolgens gaan ze op zoek naar plantenwortels. De larven dringen de wortel binnen en veroorzaken

knobbeltjes, 'spinnetjes' verdikkingen of knotsen, afhankelijk van de waardplant. Een aantasting leidt tot

een slechtere kwaliteit van de wortels, met als gevolg minder groei. Verder geeft een aantasting schade in de vorm van exportbeperkingen. Na een teelt met besmet materiaal blijft er besmetting in de grond achter, wat gevolgen kan hebben voor de volgende teelt. Een jaar braak kan leiden tot 95% afname van de populatie. Wortelknobbelaaltjes komen vooral voor op zand- en dalgronden en hebben

vele waardplanten. Enkele waardplanten zijn bijvoorbeeld Hosta, Lysimachia, Astilbe, Phlox, Aconitum en Astrantia.

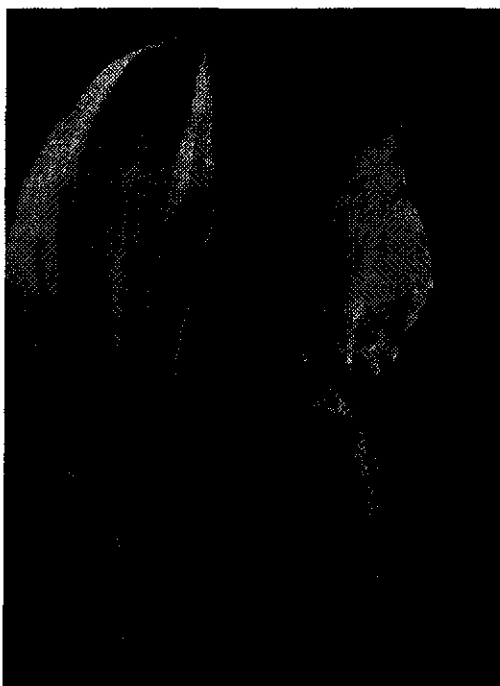
### 2.3.3 Bladaaltje (*Aphelenchoides* spp.)



*Bladaaltjes in Aconitum*

Bladaaltjes leven in voornamelijk de bovengrondse delen van de plant. Ze vermeerderen zich snel en kunnen gemakkelijk verspreid worden naar andere planten. Op afgestorven plantmateriaal kan het aaltje enige maanden in leven blijven. De symptomen zijn misvormingen van het bovengrondse plantendelen en bladafstervingen. Deze bladafstervingen zijn zeer karakteristiek omdat ze door nerven begrensd worden. De waardplantenreeks is breed. Ze kunnen voorkomen in bijvoorbeeld Aconitum, Paeonia, Physostegia en Anemone.

### 2.3.4 Stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*)



*Stengelaaltjes in Hosta*

Het stengelaaltje leeft in de plant en komt nauwelijks in de ondergrondse delen voor. Het aaltje kan zich snel vermeerderen en kan lang in leven blijven. De symptomen zijn onder andere vergroeiingen van de stengel. De waardplantenreeks bestaat vooral uit vaste planten en bloembolgewassen. Er zijn verschillende soorten stengelaaltjes die ieder een eigen én voor die soort specifieke waardplantenreeks hebben. Ze kunnen voorkomen in bijvoorbeeld Hosta en Phlox.

## 2.4 OPZET VAN HET ONDERZOEK

In vaste planten komen hoofdzakelijk vier soorten schadelijke aaltjes voor: bladaaltjes (*Aphelenchoides fragariae* en *A. ritzemabosi*), het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*), wortellessieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*). In het eerste project (1994-1997; Van der Meij, 1998) is er voor gekozen om het onderzoek te richten op de twee wortelaaltjes *Meloidogyne hapla* en *Pratylenchus penetrans*. Enkele warmtetolerante gewassen als Astilbe, Paeonia en Hosta krijgen in de praktijk al met succes een warmwaterbehandeling tegen

bladaaltjes. Een geschikte warmwaterbehandeling tegen de beide wortelaaltjes zal ook voldoen tegen de bladaaltjes. Ook stengelaaltjes zullen gedeeltelijk bestreden worden, en omdat stengelaaltjes in mindere mate voorkomen in vaste planten, is er voor gekozen blad- en stengelaaltjes in dit onderzoek buiten beschouwing te laten.

Het basisprincipe van een warmwaterbehandeling is het toedienen van een zodanige combinatie van temperatuur en tijd aan besmette planten, dat de aaltjes gedood worden, maar de plant geen onacceptabele schade lijdt. In vorig onderzoek (Van der Meij, 1998) zijn effectieve temperatuur-tijdsduur-combinaties gevonden, waarbij het wortelknobbelaaltje en het wortellesieaaltje in vaste planten gedood kunnen worden. Daarbij is het tijdstip van de behandeling van belang. Het tijdstip en de bewaar temperatuur hebben invloed op de aaltjesbestrijding (hoofdstuk 3). Uit eerdere proeven bleek dat veel vaste planten schade ondervonden van de behandelingen die de aaltjes doden. Daarom werd aandacht besteed aan het cultuurskoken, waarbij jaarlijks een minder zware warmwaterbehandeling wordt uitgevoerd (hoofdstuk 34).

Naast de aaltjesbestrijding werd aandacht besteed aan de warmtetolerantie van diverse soorten vaste planten (hoofdstuk ). Deels waren het soorten die al eerder onderzocht waren, maar waarover nog geen duidelijkheid was (Van der Meij, 1998). Verder is een aantal nieuwe soorten aan het onderzoek toegevoegd. Er werden diverse temperatuur en tijdsduurcombinaties toegepast. Hierbij werd ook aandacht geschonken aan het tijdstip van behandeling. Omdat bij veel vaste planten schade door de warmwaterbehandeling optreedt, is er aandacht besteed aan factoren die de schade door de warmwaterbehandeling kunnen verminderen (hoofdstuk 5, 6, 7). De effecten van voor- en nabehandelingen bij een warmwaterbehandeling op zowel planten (hoofdstuk 5) als aaltjes (hoofdstuk 3) is onderzocht. Het rooitijdstip van vaste planten kan invloed hebben op de schade door de warmwaterbehandeling (hoofdstuk 6). Opwarmen van het waterbad heeft geen invloed op de warmtetolerantie van de planten (hoofdstuk 7). Er zijn proeven uitgevoerd voor een protocol, waarmee de warmtetolerantie van een gewas bepaald kan worden (hoofdstuk 8). In hoofdstuk 9 worden in het kort de resultaten van dit onderzoek weergegeven, met de daarbij behorende conclusies. Tenslotte worden in hoofdstuk 10 aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek.

### 3. BESTRIJDING AALTJES DOOR WARMWATERBEHANDELING; VELDPROEVEN

#### 3.1 INLEIDING

In het onderzoek van 1994 – 1997 is gebleken dat er zeker mogelijkheden zijn om wortelaaltjes (*Meloidogyne hapla* en *Pratylenchus penetrans*) in diverse soorten vaste planten met een warmwaterbehandeling te bestrijden. Diverse combinaties van temperatuur en tijd zijn effectief gebleken tegen wortelknobbelaaltjes, en in mindere mate tegen wortellessieaaltjes. Het tijdstip waarop de behandeling wordt uitgevoerd, lijkt eveneens van belang te zijn. Een aantal soorten vaste planten is echter gevoelig voor een warmwaterbehandeling. De effectieve combinatie van temperatuur en tijd, benodigd voor het doden van de aaltjes, is dan schadelijk voor de planten.

Onderzoek aan lelie met wortellessieaaltjes heeft aangetoond dat een warmwaterbehandeling in combinatie met de bewaar temperatuur invloed heeft op de uiteindelijke bestrijding. Een bewaring gedurende 2 maanden bij  $-2^{\circ}\text{C}$  doodde meer dan 90% van de aaltjes (Conijn, 1996). Kimpinski (1985) vond in het laboratorium bij bewaring van het wortellessieaaltje in grond bij  $4^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$  en  $-4^{\circ}\text{C}$  een gemiddelde afsterving van 50% na respectievelijk 742, 124 en 3,4 dagen. Ook wordt in de literatuur melding gemaakt van een doding van wortelknobbelaaltje bij temperaturen onder het vriespunt (Daulton en Nusbaum, 1961; Forge en MacGuidwin, 1992). Invriezen van vaste planten bij  $-2^{\circ}\text{C}$  wordt in de praktijk regelmatig toegepast. Daarom is de mogelijkheid onderzocht om een warmwaterbehandeling te combineren met een lagere bewaar temperatuur.

Een mogelijke oplossing voor warmtegevoelige gewassen met aaltjes kan het uitvoeren van een cultuurkook zijn, waarbij de planten elk jaar een 'lichte' warmwaterbehandeling krijgen. In een eenmalige proef in de vorige projectperiode gaven behandeling van 1 uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  en  $\frac{1}{2}$  uur  $45^{\circ}\text{C}$ , twee jaar achter elkaar uitgevoerd, een zeer goede bestrijding van het wortelknobbelaaltje. Omdat zelfs deze 'lichte' warmwaterbehandeling schade kan veroorzaken aan sommige planten, was het noodzakelijk om uit te zoeken of een nog 'lichtere' behandeling, jaarlijks uitgevoerd, ook een goed dodend effect op zowel het wortelknobbelaaltje als ook het wortellessieaaltje kan hebben.

Een volgende oplossing voor warmtegevoelige gewassen is het toepassen van voor- en nabehandelingen van plantmateriaal. Met deze voor- en nabehandelingen kan de schade door de warmwaterbehandeling aan de planten beperkt worden. Het is echter ook van belang te weten wat de reactie van de wortelaaltjes is op deze voor- en nabehandelingen. Towson en Lear (1982) vonden dat slechts een gedeelte van de wortelaaltjes een voorbehandeling van 1 dag  $37,8^{\circ}\text{C}$  overleefd. De overblijvende aaltjes zijn echter minder vatbaar voor een daarop volgende warmwaterbehandeling. Het effect van diverse voor- en nabehandelingen op wortelknobbelaaltjes is daarom in proeven onderzocht.

#### 3.2 ALGEMENE PROEFOPZET

##### 3.2.1 Tijdstip warmwaterbehandeling en bewaar temperatuur

Een partij *Aconitum napellus* (1998) en *Astilbe 'Europa'* (1999 en 2000), aangetast door het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*), werd gebruikt om te bepalen bij welk tijdstip van warmwaterbehandeling in combinatie met bewaar temperatuur de bestrijding van de wortelknobbelaaltjes het grootste is. De partij *Astilbe 'Europa'* (1999 en 2000) was ook aangetast door het wortellessieaaltje (*Pratylenchus penetrans*), zodat ook gekeken is naar het effect van tijdstip van warmwaterbehandeling in combinatie met bewaar temperatuur op de bestrijding van het wortellessieaaltje. De planten ondergingen een warmwaterbehandeling van 1 uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  vóór de bewaring (december) of na de bewaring (maart) en werden verschillend bewaard ( $-\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  of  $-2^{\circ}\text{C}$ ). Bij de proef met *Astilbe* in 1999 was er de vergelijking tussen  $+\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  en  $-2^{\circ}\text{C}$ , in 2000 een vergelijking tussen  $-1^{\circ}\text{C}$  en  $-2^{\circ}\text{C}$ . Na de bewaring werden de planten één seizoen op het veld geteeld.

##### 3.2.2 Cultuurkoken

*Phlox 'Fujiiyama'* (1998 – 2000), aangetast door het wortelknobbelaaltje, *Astilbe 'Europa'* (1998 – 2000), aangetast door zowel het wortelknobbelaaltje als het wortellessieaaltje en *Astilbe 'Europa'* (1997-1998), aangetast door het wortellessieaaltje, werden gebruikt om het effect van cultuurkoken (jaarlijks een warmwaterbehandeling) op de overleving van de aaltjes te bepalen. De planten werden het eerste jaar gekookt en geplant. Aan het eind van het groeiseizoen werden de planten beoordeeld

op aantasting. Vervolgens werden de planten per veldje gescheurd. Deze gescheurde planten werden in het volgende jaar opnieuw gebruikt. Phlox kreeg op deze manier drie jaar achterelkaar dezelfde warmwaterbehandeling. Astilbe (proef 1997-1998) kreeg twee jaar achterelkaar dezelfde warmwaterbehandeling. Van Astilbe (1998-2000) kreeg de ene helft opnieuw dezelfde warmwaterbehandeling. De andere helft werd zonder warmwaterbehandeling nageteeld. Dit werd het volgende jaar herhaald, zodat er behandelingen met drie jaar cultuurkoken verkregen werden.

### **3.2.3 Voor- en nabehandelingen**

*Aconitum napellus* (1999 en 2000), aangetast door het wortelknobbelaaltje, werd gebruikt om het effect van voor- en nabehandelingen op de overleving van aaltjes te achterhalen. De planten ondergingen diverse voor- of nabehandelingen, al dan niet in combinatie met een warmwaterbehandeling van 45 minuten  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  in maart. Hierna werden de planten één seizoen op het veld geteeld en vervolgens beoordeeld op aantasting.

### **3.2.4 Uitvoering warmwaterbehandeling**

Bij de warmwaterbehandeling werd er rekening gehouden met een opwarmtijd. De planten gingen in het bad met de gewenste temperatuur. Door de relatief koude planten zakte de temperatuur van het bad. De behandeling startte op het moment dat het water weer op temperatuur was. Deze opwarmtijd bedroeg slechts enkele minuten. Na de warmwaterbehandeling werden de planten direct afgekoeld in koud water. *Aconitum napellus* werd na de warmwaterbehandeling afgekoeld in koud water, met daarin 1,5% Tmtd (actieve stof: thiram) tegen schimmelverspreiding. Na uitlekken zijn de planten zodanig ingepakt in plastic, dat onderlinge besmetting niet mogelijk was. Als controlebehandeling werden planten gebruikt die geen warmwaterbehandeling ondergingen. In de bewaring werd er gebruik gemaakt van een vulmiddel (finn peat). De planten werden standaard bewaard bij  $-2^{\circ}\text{C}$ . Een week voor de warmwaterbehandeling in maart werden de planten langzaam ontdooid door de planten bij  $2^{\circ}\text{C}$  te zetten. De proeven werden uitgevoerd in drie of vier herhalingen. De herhalingen werden uitgevoerd in verschillende warmwaterbaden.

### **3.2.5 Veldsituatie**

In 1998 werd het perceel voorafgaand aan de proeven niet geïnjecteerd. Uit bemonstering bleek dat geen van beide aaltjes aanwezig was. In 1999 en 2000 is het perceel in het najaar voorafgaand aan de proeven wel geïnjecteerd. De planten werden met de hand op bedden (1,5 meter) geplant, waarbij 4 rijen per bed werden geplant en waarbij een afstand tussen de planten in de rij van 20 cm werd aangehouden, met uitzondering van *Aconitum napellus* waarbij 10 cm werd aangehouden. Tussen de veldjes werd een afstand van 60 cm aangehouden. De proeven werden per herhaling geblokt, waarbinnen de behandelingen werden gewaard. Na het planten werd het perceel afgespoten met papiercellulose als stuifbestrijding. In november werden de planten gelicht en vervolgens met de hand gerooid.

### **3.2.6 Beoordeling**

Tijdens het seizoen werd beoordeeld op de snelheid van opkomst van planten en op de lengte van de bloemen. Na het rooien en spoelen werd beoordeeld op gewicht per veldje, het aantal planten per veldje en het aantal neuzen per plant of per veldje (Astilbe). De mate van aantasting door wortelknobbelaaltjes bij *Aconitum* werd vastgesteld door het aantal knobbels per plant te tellen, waarbij gebruik werd gemaakt van een lichte achtergrond om de knobbels goed te kunnen onderscheiden. Bij Astilbe en Phlox bleek het niet mogelijk om het aantal knobbels te tellen. In plaats van het tellen van knobbels werd een indexcijfer gegeven voor de mate van aantasting. Bij Astilbe was er een index tussen 0 en 3, waarbij 0 gezonde planten waren en 3 zwaar aangetaste planten. Bij Phlox werd het aantal knobbels per plant geschat, waarbij een schaal van 0 tot 4 aangelegd werd. Bij 0 waren er geen knobbels te zien, bij 1 lag het aantal knobbels tussen 1 en 10, bij 4 lag het aantal knobbels per plant boven 1000. De tussenliggende schalen waren logaritmisch verdeeld. De aantasting door wortelsteliaaaltjes werd vastgesteld door het tellen van aaltjes in de wortels met behulp van de wattenfiltermethode (Stermerding, 1963). Bij deze methode werd een hoeveelheid wortels (20 gram) fijngesneden ( $< 1\text{ cm}$ ), waarna ze in 200 ml water gemixt werden in een blender. De verkregen suspensie werd over een dubbel wattenfilter, dat in een zeefje lag, gegoten. Het zeefje met de wattenfilters werd gedurende 14 dagen in een schaalje met water gezet, wat afgetapt werd na 2, 7 en 14 dagen. Deze suspensies werden bij elkaar gevoegd en vervolgens kon het aantal aaltjes geteld worden.



### 3.3 MELOIDOGYNE HAPLA (NOORDELIJK WORTELKNOBBELAALTJE)

#### 3.3.1 Stand van zaken bij aanvang project

In het project van 1994-1997 bleek dat de bestrijding van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*) in plantmateriaal mogelijk is met een warmwaterbehandeling. In zowel biotoetsen als in veldproeven bleek dat een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C onvoldoende was om de aaltjes volledig te doden. Er trad wel een duidelijke verbetering op ten opzichte van onbehandelde planten. De warmwaterbehandelingen 2 uur 43½°C of 1 uur 45°C gaven een goede doding van het wortelknobbelaaltje. Verder lieten proeven zien dat de bestrijding van het wortelknobbelaaltje beter was als de behandeling uitgevoerd werd in december in plaats van een warmwaterbehandeling in maart.

Met cultuurkoken (jaarlijks een lichte warmwaterbehandeling) wordt de aaltjespopulatie niet voor 100% bestreden, maar wordt wel bijna volledig onderdrukt. Bij zo'n lichte behandeling is de overleving van de planten veel beter. Uit proeven met wortelknobbelaaltjes bleek dat bij een uitvoering van een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C, in twee opeenvolgende jaren, er geen knobbels op de wortels te vinden waren. Het is nog niet duidelijk of nog lichtere temperatuur-tijdsduurcombinaties een vergelijkbaar effect kunnen geven (Van der Meij, 1998).

#### 3.3.2 Tijdstip en bewaring

*Aconitum napellus* was zwaar aangetast door wortelknobbelaaltjes. *Astilbe* was, naast een aantasting door het wortellesie-aaltje (zie paragraaf 3.4.2.), licht aangetast door wortelknobbelaaltjes.

In Tabel 3 zijn de resultaten weergegeven van de proef met *Aconitum napellus* (1998).

Warmwaterbehandelingen uitgevoerd in december, hadden een kleiner aantal knobbels per veldje tot gevolg dan de warmwaterbehandelingen uitgevoerd in maart. Verder bleek een bewaring bij -2°C in een kleiner aantal knobbels per veldje te resulteren dan een bewaring bij -½°C. De combinatie van een warmwaterbehandeling in december en bewaren bij -2°C leverde zelfs planten zonder knobbels op.

Het tijdstip van warmwaterbehandeling en de bewaartemperatuur had echter ook gevolgen voor de groei van de planten. De warmwaterbehandeling in maart en een bewaring bij -½°C leverde meer schade aan de planten op dan de warmwaterbehandeling in december en dezelfde bewaring. Bij een bewaring bij -2°C was het omgekeerde het geval. Hier was de schade na een warmwaterbehandeling in maart minder dan na een warmwaterbehandeling in december. Het effect van het tijdstip op de schade is hier niet helemaal duidelijk. In het algemeen gaf een bewaring bij -2°C een lager oogstgewicht dan de planten die bewaard werden bij -½°C.

Bij *Astilbe* 'Europa' in 1999 bleek de aantasting door het wortelknobbelaaltje af te nemen na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C (zie Tabel 4). Er is geen betrouwbaar verschil waargenomen tussen een warmwaterbehandeling in december of maart. Daarnaast is het wortelknobbelaaltje te bestrijden door de planten te bewaren bij -2°C in plaats van bij +½°C. Combinatie van een warmwaterbehandeling met invriezen leidde niet tot een betrouwbaar betere bestrijding. Het uitgangsmateriaal van deze proef was licht aangetast, zodat de verschillen klein waren. De warmwaterbehandeling, ongeacht het tijdstip, en de bewaring hadden geen invloed op het oogstgewicht, het aantal planten of het aantal neuzen per veldje.

In 2000 is de proef vergelijkbaar uitgevoerd als in 1999. Daarbij is een vergelijking gemaakt tussen -1°C en -2°C als bewaartemperatuur.

Het verschil in bewaartemperatuur bleek geen effect te hebben op de aantasting door het wortelknobbelaaltje. Wel werd de aantasting bestreden door een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C. Daarbij was er geen betrouwbaar verschil tussen uitvoering in december of maart. Ook in 2000 leidde een combinatie van een warmwaterbehandeling met invriezen niet tot een betrouwbaar betere bestrijding. Het tijdstip van warmwaterbehandeling had invloed op het oogstgewicht en het aantal neuzen per veldje. Uitvoering van de warmwaterbehandeling in december leidde tot een hoger oogstgewicht en een groter aantal neuzen dan bij uitvoering van de warmwaterbehandeling in maart. De bewaartemperatuur had geen effect op het oogstgewicht en het aantal neuzen.

**Tabel 3.** Het aantal knobbels per veld en het oogstgewicht onder invloed van het tijdstip van uitvoering van de warmwaterbehandeling (1 uur 43½°C), in combinatie met bewaartemperatuur (-½°C of -2°C) bij Aconitum napellus. Alleen oogstgewicht is statistisch verwerkt (1998).

tijdstip ww	Knobbels per veld		Oogstgewicht (g)	
	-½°C	-2°C	-½°C	-2°C
controle	8062	2220	3675	1335
december	52	0	2363	358
maart	349	16	1467	1322

LSD (Least Significant Difference) = 865 (Oogstgewicht). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

**Tabel 4.** Aantasting door het wortelknobbelaaltje (knobbelindex) onder invloed van het tijdstip van uitvoering warmwaterbehandeling (1 uur 43½°C), in combinatie met bewaartemperatuur (+½°C of -2°C) in Astilbe 'Europa', uitgevoerd in 1999. Knobbelindex (0-3): 0 = geen knobbels; 3 = zeer ziek

tijdstip ww	Knobbelindex	
	+½°C	-2°C
controle	1,13 a	0,47 b
december	0,07 b	0,09 b
maart	0,27 b	0,07 b

In verband met transformatie van de resultaten is het niet mogelijk een LSD-waarde weer te geven. Getallen met dezelfde letter zijn niet significant verschillend (P = 0,05)

### 3.3.3 Cultuurkoken en nateelt

Het gebruikte plantmateriaal van Phlox 'Fuijyama' en Astilbe 'Europa' was zwaar aangetast door wortelknobbelaaltjes.

#### Phlox 'Fuijyama'

Met Phlox zijn er in het eerste jaar warmwaterbehandelingen uitgevoerd van 1 en 2 uur 41°C, 1 en 2 uur 43½°C en 1 uur 45°C in respectievelijk december en maart. De schade in de behandelingen 1 en 2 uur 43½°C en 1 uur 45°C was in het eerste jaar zo groot, dat deze cultuurkookbehandelingen niet voortgezet zijn in 1999 en 2000. De enkele planten die toch overleefden, waren zo goed als vrij van wortelknobbelaaltjes. De warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C in december of maart als cultuurkookbehandeling gaf geen tot een zeer beperkte bestrijding van het wortelknobbelaaltje. Cultuurkookbehandelingen van 2 uur 41°C resulteerden in een betere bestrijding. Daarbij werd het wortelknobbelaaltje beter bestreden bij een warmwaterbehandeling in december dan in maart (zie Tabel 5). Cultuurkoken met 2 uur 41°C in december gedurende drie jaar resulteerde in een laag aantastingsniveau.

Wat betreft de oogstcijfers viel in het eerste jaar op dat er meer planten uitvielen, naarmate de warmwaterbehandeling zwaarder was. Daarbij was ook in de controlebehandeling sprake van uitval. In 1999 en 2000 was er vooral uitval van planten in de controlebehandeling. In de kookbehandelingen bleek dit veel minder het geval. Er zijn grote verschillen waargenomen in het wortelgestel tussen zwaar aangetaste planten en licht aangetaste planten. Zwaar aangetaste planten hebben een extreem vertakt wortelstelsel, terwijl licht aangetaste planten een veel losser wortelstelsel hebben. Het gevolg hiervan is dat zwaar aangetaste planten gemiddeld zwaarder zijn dan licht aangetaste planten. Daar komt bij dat zwaar aangetaste planten moeilijker zandvrij zijn te spoelen dan licht of niet aangetaste planten.

**Tabel 5:** Aantasting door het wortelknobbelaaltje gedurende 3 jaren bij verschillende cultuurskookbehandelingen met Phlox 'Fujiyama'. Aantasting is bepaald aan de hand van een knobbelindex per plant.

Knobbelindex: 0= 0 knobbels/plant; 1= 1-10 knobbels/plant; 2= 10-100 knobbels/plant; 3= 100-1000 knobbels/plant; 4=>1000 knobbels/plant

Tijd (uur)	Temp (°C)	Tijdstip ww	Knobbelindex 1998	Knobbelindex 1999	Knobbelindex 2000
-	-	december	3,8 a	3,6 a	3,5 a
-	-	maart	3,7 a	3,5 a	2,9 ab
1	41	december	2,7 b	3,3 b	3,4 a
1	41	maart	3,8 a	3,5 a	2,5 ab
2	41	december	1,6 c	1,5 d	0,4 c
2	41	maart	1,9 c	2,3 c	1,6 bc

In verband met transformatie van de resultaten is het niet mogelijk een LSD-waarde weer te geven. Getallen met dezelfde letter(s) zijn niet significant verschillend.

**Astilbe 'Europa'**

Naast Phlox zijn er cultuurskookproeven uitgevoerd met Astilbe 'Europa'. De aantasting door het wortelknobbelaaltje in de verschillende cultuurskookbehandelingen staat weergegeven in Tabel 6. De aantasting door het wortelknobbelaaltje werd op een zeer laag niveau gehouden bij de cultuurskookbehandelingen 1 en 2 uur 43½°C en ½ uur 45°C. Na een cultuurskookbehandeling van 2 uur 41°C gedurende drie achtereenvolgende jaren werden er geen knobbels in de planten teruggevonden. Het is opvallend dat bij nateeltbehandelingen (een jaar geen warmwaterbehandeling) met een lage beginaantasting door het wortelknobbelaaltje de aantasting toch weer toeneemt. Zelfs bij een eenmalige warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C in 1998 werden in de nateelt van 2000 enkele planten met knobbels teruggevonden.

**Tabel 6.** De overleving van Meloidogyne (Knobbelindex) bij verschillende temperatuur-tijdsduurcombinaties en eenmalige warmwaterbehandeling of cultuurskoken bij Astilbe 'Europa'.

Knobbelindex (0-3): 0 = gezond, 3 = zwaar ziek.

Warmwaterbehandeling	Wwb in jaar	Knobbelindex '98	Knobbelindex '99	Knobbelindex '00
controle	geen	2,22 a	2,69 a	2,10 a
1 uur 41°C	1998	1,78 b	2,39 b	-
1 uur 41°C	1998+1999		2,33 b	-
2 uur 41°C	1998	0,75 c	2,05 c	2,22 a
2 uur 41°C	1998+1999		0,44 d	0,95 b
2 uur 41°C	1998+2000			0,54 c
2 uur 41°C	1998+1999+2000			0,00 d
1 uur 43½°C	1998	0,01 d	0,19 e	0,07 d
1 uur 43½°C	1998+1999		0,03 f	0,17 d
1 uur 43½°C	1998+2000			0,00 d
1 uur 43½°C	1998+1999+2000			0,00 d
2 uur 43½°C	1998	0,00 d	0,00 f	0,16 d
2 uur 43½°C	1998+1999		0,01 f	-
2 uur 43½°C	1998+2000			0,00 d
2 uur 43½°C	1998+1999+2000			0,00 d
½ uur 45°C	1998	0,04 d	0,00 f	0,06 d
½ uur 45°C	1998+1999		0,00 f	-
½ uur 45°C	1998+2000			0,01 d

- : niet uitgevoerd.

In verband met transformatie van de resultaten is het niet mogelijk een LSD-waarde weer te geven. Getallen met dezelfde letter(s) binnen een kolom zijn niet significant verschillend.

**3.3.4 Voor- en nabehandelingen**

Voor- en nabehandelingen kunnen schade door de warmwaterbehandeling aan vaste planten verminderen. In 1999 en 2000 zijn er verschillende voor- en nabehandelingen uitgevoerd met Aconitum napellus, waarbij gekeken is naar het effect van de voor- en nabehandelingen op wortelknobbelaaltjes. De resultaten van deze proeven staan vermeld in Tabel 7. In 1999 leverde het uitvoeren van alleen een voor- of nabehandeling een reductie van het aantal knobbels op, behalve bij de voorbehandeling van 2 dagen 25°C. Daarnaast was in 1999 ook sprake van lagere oogstgewichten dan in de controlebehandeling. Een warmwaterbehandeling van 45 minuten 43½°C gaf een bestrijding van het wortelknobbelaaltje. Combinatie van de

warmwaterbehandeling met een voor- of nabehandeling leverde in 1999 bij geen van de voor- en nabehandelingen een slechtere bestrijding van het wortelknobbelaaltje op dan bij alleen een warmwaterbehandeling.

In 2000 was er geen reductie van de aantasting door het wortelknobbelaaltje bij het uitvoeren van een voor- of nabehandeling. Ook na een warmwaterbehandeling van 45 minuten 43½°C werd er geen afname van het aantal wortelknobbels gevonden. Combinatie van een voor- of nabehandeling met een warmwaterbehandeling had geen merkbare invloed op de bestrijding van het wortelknobbelaaltje. Een uitzondering daarop vormt de voorbehandeling van 1 dag 30°C. Bij deze voorbehandeling werd er juist een toename van het aantal wortelknobbelaaltjes gevonden. In 2000 werden er in tegenstelling tot 1999 geen negatieve effecten op het oogstgewicht aangetoond door toepassing van een voor- of nabehandeling.

**Tabel 7.** Onder invloed van voor- en nabehandelingen al dan niet in combinatie met warmwaterbehandeling (45 min. 43½°C in maart) van *Aconitum napellus*. Aantasting door het wortelknobbelaaltje (aantal knobbels per 100 gram oogstgewicht) en oogstgewicht.

Warmwaterbehandeling	Voor-/nabehandeling	1999		2000	
		Aantal knobbels/100 gr	Oogstgewicht (g)	Aantal knobbels/100 gr	Oogstgewicht (g)
geen	geen	64	2424	37	1165
geen	2 dagen 25°C voor	58	1592	19	1287
geen	2 dagen 30°C voor	25	1280	-	-
geen	1 dag 30°C voor	-	-	33	1681
geen	4 dagen 20°C na	20	1476	22	1414
geen	24 uur voorweken	25	1872	41	1571
45 min. 43½°C	geen	12	2148	18	1501
45 min. 43½°C	2 dagen 25°C voor	9	1726	15	1677
45 min. 43½°C	2 dagen 30°C voor	15	1690	-	-
45 min. 43½°C	1 dag 30°C voor	-	-	70	1661
45 min. 43½°C	4 dagen 20°C na	13	1066	20	1375
45 min. 43½°C	24 uur voorweken	12	2056	22	1681

LSD (Least Significant Difference) = 16,6 (aantal knobbels/100 gr, 1999); 732 (Oogst 1999); 24 (aantal knobbels/100 gr, 2000) en 390 (oogst 2000). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 3.3.5 Discussie en conclusie *Meloidogyne hapla* (wortelknobbelaaltje)

In een proef met *Aconitum napellus* aangetast door wortelknobbelaaltjes, was een duidelijk effect te zien van het tijdstip van de warmwaterbehandeling op de bestrijding van de aaltjes. Het bestrijdend effect was bij uitvoering van de warmwaterbehandeling voor de bewaring (december) beter dan vlak voor het planten (maart). Dit effect kwam ook naar voren in de proef met *Phlox 'Fujiyama'* (cultuurkoken). In de proeven met *Astilbe 'Europa'* in 1999 en 2000 kon dit effect niet aangetoond worden, hoewel de verschillen wel in deze richting waren.

Een verklaring hiervoor kan zijn dat aaltjes die een warmwaterbehandeling in december overleefden, de erop volgende bewaring alsnog niet overleefden (Green, 1964). Bij een warmwaterbehandeling na de bewaring (maart) werden de planten direct geplant, waardoor de aaltjes zich door de hogere bodemtemperatuur konden herstellen. Een andere verklaring kan zijn dat de eieren van de aaltjes tijdens de bewaring in een ruststadium kwamen, waardoor ze minder gevoelig waren voor de warmwaterbehandeling aan het eind van de bewaring. Bij andere *Meloidogyne*-soorten is het optreden van dormantie van eieren wel bekend (Guiran and Ritter, 1979).

De bewaartemperatuur van de planten bleek invloed te hebben op de overleving van wortelknobbelaaltjes. Bij *Aconitum* nam het aantal knobbels op de wortels af als de planten gedurende drie maanden bewaard werden bij -2°C in plaats van -½°C. Dit is ook gevonden bij *Astilbe 'Europa'* in 1999, waarbij een vergelijking is gemaakt tussen een bewaring bij +½°C en -2°C. De bestrijding door bewaring bij een lagere temperatuur was echter in beide proeven niet volledig. In 2000 werd er geen verschil gevonden tussen een bewaring bij -1°C en bij -2°C gedurende drie maanden. Wellicht was dit verschil in temperatuur te klein om een effect in de bestrijding te kunnen aantonen.

Ook in de literatuur wordt melding gemaakt van een doding van *Meloidogyne hapla* bij temperaturen onder het vriespunt (Daulton en Nusbaum, 1961; Forge en MacGuidwin, 1992). Door Forge en MacGuidwin (1992) wordt gemeld dat wortelknobbelaaltjes beter tegen invriezen bestand zijn, als ze vooraf bij lagere temperatuur (4°C) bewaard zijn. Dit is mogelijk een verklaring voor de verschillen in bestrijding tussen de jaren. Dit effect kan een minder goede bestrijding door invriezen veroorzaken.

Bij Aconitum gaf een combinatie van een warmwaterbehandeling met een bewaring bij lagere temperatuur een betere bestrijding dan alleen een warmwaterbehandeling of alleen een bewaring bij lagere temperatuur. Bij Astilbe 'Europa' is dit niet aangetoond. Dit werd mogelijk veroorzaakt door een sterke reductie van de aantasting door de warmwaterbehandeling. Hierdoor kon het effect van een combinatie van een warmwaterbehandeling met een bewaring bij een lagere temperatuur moeilijk aangetoond worden.

Cultuurkoken (jaarlijks een lichtere warmwaterbehandeling) is een goede mogelijkheid om de aaltjespopulatie op een zodanig laag niveau te houden, dat de planten nauwelijks tot geen schade oplopen. De aantasting werd na een eenmalige warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 43½°C of ½ uur 45°C sterk gereduceerd. In de nateelt van deze behandelingen werd er na verloop van tijd weer aantasting gevonden. Door de warmwaterbehandeling jaarlijks te herhalen werd de aantasting op een zeer laag niveau gehouden.

Ook cultuurkoken met 2 uur 41°C biedt perspectieven. Uitgaande van een zware beginaantasting werd de aantasting gedurende de drie proefjaren telkens gereduceerd. Hoewel de aantasting sterk teruggedrongen werd, waren er nog steeds knobbelaaltjes aanwezig. Zodra er gestopt werd met cultuurkoken, nam de aantasting weer toe. Cultuurkoken met deze warmwaterbehandeling heeft weinig nut bij een zware beginaantasting. Hoewel er een bestrijding plaatsvindt, duurt het te lang voordat de aaltjespopulatie op een laag niveau is teruggebracht. Het aaltjesprobleem zal toch toenemen, omdat de grond telkens besmet raakt. Door direct bij een zeer lichte beginaantasting te beginnen met deze cultuurkookbehandeling, krijgt het aaltjesprobleem niet de kans om (snel) uit te groeien.

Een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C gaf in het eerste jaar een zeer gering effect. Wanneer deze warmwaterbehandeling als cultuurkookbehandeling ook in het tweede jaar werd toegepast, was er evenmin een bestrijdend effect merkbaar. Als er al aaltjes gedood worden door deze behandeling, wordt dit waarschijnlijk gecompenseerd door een populatiegroei tijdens het groeiseizoen.

Toepassing van voor- en nabehandelingen biedt mogelijkheden om de schade aan de planten door een warmwaterbehandeling te verminderen (zie hoofdstuk 5). Het is belangrijk om te weten of deze voor- en nabehandelingen invloed hebben op het bestrijdend effect van de warmwaterbehandeling op de aaltjes. Proeven met Aconitum napellus duiden erop dat deze voor- en nabehandelingen de bestrijding van het wortelknobbelaaltje niet beïnvloeden. Er werd geen duidelijke toe- of afname gevonden van de aantasting na toepassing van deze voor- en nabehandelingen bij een warmwaterbehandeling. Een mogelijke uitzondering hierop vormt een voorbehandeling van 1 dag 30°C. Deze voorbehandeling werd slechts een jaar getest, waarbij er een duidelijke verhoging van het aantal wortelknobbelaaltjes werd gevonden.

### **3.4 PRATYLENCHUS PENETRANS (WORTELLESIEAALTJE)**

#### **3.4.1 Stand van zaken bij aanvang project**

Het wortellesieaaltje lijkt goed te bestrijden met een warmwaterbehandeling. In het project van 1994 - 1997 bleek echter dat een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 43½°C, ½ of 1 uur 45°C niet voldoende is voor een volledige bestrijding van de wortellesieaaltjes. Er trad wel een flinke reductie van het aantal aaltjes op ten opzichte van onbehandelde planten. Wortellesieaaltjes zijn moeilijker te doden dan wortelknobbelaaltjes. Bovenstaande resultaten werden behaald na het uitvoeren van warmwaterbehandelingen in december, vóór de bewaring. Bij wortelknobbelaaltjes was al uit kas- en veldproeven gebleken dat de bestrijding beter was als de behandeling uitgevoerd werd in december in plaats van een warmwaterbehandeling uitgevoerd in maart, vlak voor het planten. Dit was bij aanvang van het vervolgonderzoek voor wortellesieaaltjes nog niet onderzocht (Van der Meij, 1998).

#### **3.4.2 Tijdstip en bewaring**

Bij Astilbe 'Europa' is in beide jaren (1999 en 2000) bij geen van de behandelingen een afname van het aantal wortellesieaaltjes gevonden. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december of maart, en/of invriezen (-2°C i.p.v. +½°C), leidde niet tot een betrouwbare afname van het aantal wortellesieaaltjes. Er was te veel spreiding tussen herhalingen. In 1999 hadden de warmwaterbehandeling, ongeacht het tijdstip, en de bewaring geen invloed op het oogstgewicht, het aantal planten of het aantal neuzen per veldje.

In 2000 werd er een betrouwbaar hoger oogstgewicht en groter aantal neuzen gevonden na een warmwaterbehandeling in december t.o.v. de controlebehandeling. Bij uitvoering van de warmwaterbehandeling in maart werd er geen verschil in oogstgewicht en aantal neuzen gevonden. Het aantal geogoste planten was in alle behandelingen gelijk.

### 3.4.3 Cultuurkoken en nateelt

In 1997 en 1998 is er een cultuurkookproef uitgevoerd met Astilbe 'Europa', aangetast door het wortellesie-aaltje, waarbij gekeken is naar het bestrijdend effect van de warmwaterbehandelingen 1 en 2 uur 43½°C. Het effect van deze behandelingen op de wortellesieaaltjes en de planten is terug te vinden in Tabel 8. In deze tabel is te zien dat een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in 1997 een forse reductie van het aantal wortellesieaaltjes geeft. De bestrijding is niet voldoende, want na 1 jaar nateelt in 1998 is het aantal wortellesieaaltjes weer behoorlijk toegenomen. Door nogmaals een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in 1998 uit te voeren, blijft de aantasting op gelijk niveau. Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C is de bestrijding van het wortellesieaaltje beter, maar nog niet afdoende. Ook hier neemt de populatie toe in de nateelt, terwijl een cultuurkookbehandeling in staat is om het aantal aaltjes op het niveau van 1997 te houden. In 1997 zijn er geen verschillen in oogstgewicht van Astilbe aangetoond. In 1998 vertoonden de cultuurkookbehandelingen een hoger oogstgewicht dan de controlebehandeling. Bij de warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C was het oogstgewicht van de cultuurkook ook betrouwbaar hoger dan dat van de nateeltbehandeling.

In 1998 - 2000 is er nogmaals een cultuurkookproef uitgevoerd met Astilbe 'Europa', aangetast door zowel het wortellesie-aaltje als het wortelknobbelaaltje (zie ook paragraaf 3.3.3.). In Tabel 9 is het verloop van de aantasting door het wortellesie-aaltje weergegeven. Het aantal wortellesieaaltjes in de verschillende behandelingen vertoonde een wisselend beeld gedurende de drie proefjaren. In 1999 ging het aantal aaltjes sterk omlaag. In 2000 is het aantal echter verdubbeld ten opzichte van 1998. De aantallen kunnen dus over de jaren niet absoluut beoordeeld worden. De aantallen aaltjes binnen 1999 kunnen wel met elkaar vergeleken worden.

Een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C gaf een goede bestrijding van het wortellesieaaltje. Na 3 jaar cultuurkoken was er echter nog steeds een kleine populatie aanwezig.

Een in 1998 gegeven warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C gaf een sterke reductie van het aantal wortellesieaaltjes. Na twee jaar natelen is er geen verschil meer tussen behandelde planten en onbehandelde planten wat betreft het aantal aaltjes. Werd de warmwaterbehandeling twee maal gedurende drie jaar uitgevoerd, dan was er geen verschil tussen de schema's 'wel – niet – wel' en 'wel – wel – niet'. Een driejarige cultuurkook met 1 uur 43½°C gaf een goede bestrijding van het wortellesie-aaltje, waardoor de aaltjesaantasting op een laag niveau uitkwam.

Cultuurkoken met 2 uur 41°C gedurende drie jaar achter elkaar gaf een afname van het aantal wortellesieaaltjes. Ten opzichte van onbehandelde planten is er na drie jaar een afname van ca. 80%. De overige cultuurkookbehandelingen (twee maal tijdens drie jaar) met 2 uur 41°C gaf slechts een zeer beperkte bestrijding.

In de controlebehandeling werd het laagste oogstgewicht, laagste aantal neuzen en korte bloemen gevonden. Het oogstgewicht en het aantal neuzen namen toe in de behandelingen met een warmwaterbehandeling. Hoe zwaarder de behandeling, des te hoger het oogstgewicht en het aantal neuzen per veldje.

Het effect van de warmwaterbehandeling op de bloemlengte lijkt éénjarig te zijn. Behandelingen die in 2000 als nateeltbehandeling op het veld stonden, hadden gemiddeld even lange bloemen. Planten die in 2000 een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 43½°C ondergingen, hadden iets kortere bloemen.

**Tabel 8.** Overleving van wortellesieaaltjes en oogstgewicht in de nateelt en cultuurkook (1997+1998) van Astilbe 'Europa' onder invloed van verschillende temperatuur-tijdsduurcombinaties.

Warmwaterbehandeling	Warmwaterbehandeling in jaar	Aantal wortellesieaaltjes in 10 gram wortels		Oogstgewicht (g)	
		1997	1998	1997	1998
controle		399 a	417 a	4657 a	3438 c
1 uur 43½°C	1997	78 b	197 a	5141 a	4520 b
1 uur 43½°C	1997+1998		85 ab		5028 b
2 uur 43½°C	1997	17 c	59 b	5129 a	4939 b
2 uur 43½°C	1997+1998		17 c		6458 a

In verband met transformatie van de resultaten van het aantal wortellesieaaltjes is het niet mogelijk een LSD-waarde weer te geven. De oogstgewichten zijn zonder transformatie statistisch verwerkt. Getallen met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ( $P = 0,05$ ).

**Tabel 9.** De overleving van wortellesieaaltjes in nateelt- of cultuurkookbehandelingen met verschillende temperatuur-tijdsduurcombinaties in Astilbe 'Europa' (1998-2000).

Warmwaterbehandeling	Warmwaterbehandeling in jaar	Aantal wortellesieaaltjes in 10 gram wortels		
		1998	1999	2000
controle	geen	969	169	2119
1 uur 41°C	1998	917	254	-
1 uur 41°C	1998+1999		186	-
2 uur 41°C	1998	554	181	1221
2 uur 41°C	1998+1999		66	1636
2 uur 41°C	1998+2000			1713
2 uur 41°C	1998+1999+2000			385
1 uur 43½°C	1998	188	102	1928
1 uur 43½°C	1998+1999		31	431
1 uur 43½°C	1998+2000			514
1 uur 43½°C	1998+1999+2000			59
2 uur 43½°C	1998	99	29	375
2 uur 43½°C	1998+1999		1	-
2 uur 43½°C	1998+2000			39
2 uur 43½°C	1998+1999+2000			93
½ uur 45°C	1998	190	18	800
½ uur 45°C	1998+1999		21	-
½ uur 45°C	1998+2000			258

-.: niet uitgevoerd.

### 3.4.4 Discussie en conclusie *Pratylenchus penetrans* (wortellesieaaltjes)

Uit proeven met Astilbe 'Europa' (zwaardere aantasting) bleek dat een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C, uitgevoerd in december of maart, geen invloed had op het aantal wortellesieaaltjes. Dit komt niet overeen met eerdere resultaten, waarin deze warmwaterbehandeling wel een sterke afname van het aantal aaltjes tot het gevolg had. Hier kan geen verklaring voor gevonden worden.

Er is geen verschil gevonden in tijdstip van behandeling. In beide uitgevoerde proeven was er geen bestrijding door de warmwaterbehandeling, welke uitgevoerd was in december of maart. Wellicht is de gebruikte warmwaterbehandeling te licht geweest om een verschil aan te tonen tussen beide tijdstippen. Het is echter ook mogelijk dat het tijdstip van warmwaterbehandeling weinig invloed heeft op de bestrijding van het wortellesieaaltje.

Ook met invriezen bij -2°C werd er geen afname van het aantal wortellesieaaltjes gevonden in vergelijking met niet invriezen (+½°C) of licht invriezen (-1°C). Dit is in tegenspraak met resultaten in lerie van Conijn (1996) welke een sterke afname vond na bewaring bij -2°C. In dat onderzoek is direct na de bewaring het aantal overlevende aaltjes bepaald. In de proeven met Astilbe 'Europa' hebben de planten het groeiseizoen op het veld gestaan, waardoor de populatie zich enigszins zou kunnen herstellen. In het onderzoek van Conijn (1996) werden de bollen enkele dagen bij 5°C bewaard, vervolgens ingepakt (enige uren) bij ca. 15°C, waarna de bollen direct werden ingevroren. De proeven met Astilbe 'Europa' stonden vooraf ca. 1 maand bij 2°C. Verder werd in het onderzoek van Conijn (1996) met kleine zakjes gewerkt, terwijl met Astilbe in kratten werd gewerkt. Al deze factoren kunnen van belang zijn, want Forge en MacGuidwin (1992) hebben aangetoond dat wortelknobbelaaltjes beter tegen invriezen bestand zijn, als ze vooraf gedurende langere tijd bij lagere temperatuur (4°C) bewaard zijn. Wellicht kunnen met aangepaste behandelingen (bijv. sneller invriezen) wel betere resultaten behaald worden.

Cultuurkoken is een goede mogelijkheid om een aantasting door het wortellesieaaltje op een laag niveau te krijgen. Hoe zwaarder de cultuurkookbehandeling, des te sneller wordt de aantasting teruggedrongen. Bij de driejarige cultuurkookbehandelingen met 1 of 2 uur 43½°C is de aantasting door het wortellesieaaltje tot een laag niveau gedaald. Daarbij geeft de cultuurkookbehandeling 2 uur 43½°C een beter resultaat dan die met 1 uur 43½°C. Na drie jaar cultuurkoken met 2 uur 41°C is er een behoorlijke reductie van het aantal wortellesieaaltjes gerealiseerd. Het aantal overgebleven aaltjes is echter nog zo groot, dat in het geval van het niet voortzetten van de cultuurkookbehandeling het probleem weer snel groter wordt.

In het geval van de driejarige proef met Astilbe werden er in het tweede jaar (1999) veel minder aaltjes gevonden dan in vergelijkbare behandelingen in 1998 en 2000. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door een fout bij de extractie van de aaltjes uit de plantenwortels in 1999.

Bij vergelijking van de resultaten van de tweejarige en de driejarige proef, valt op dat in de tweejarige proef bij de twee cultuurkookbehandelingen de aantasting tot hetzelfde niveau werd teruggedrongen

als in het jaar ervoor. Bij de driejarige proef werd de aantasting elk jaar verder gereduceerd. Dit effect zal mede afhankelijk zijn van de populatiegroei tijdens het groeiseizoen.



## 4. WARMTETOLERANTIE GEZONDE PLANTEN

### 4.1 INLEIDING

Naast de letale temperatuur-tijdsduurcombinaties van beide wortelaaltjes is het ook van belang te weten welke warmwaterbehandelingen vaste planten kunnen verdragen. Daarbij is gebleken dat er binnen het vasteplantensortiment grote verschillen bestaan in gevoeligheid voor een warmwaterbehandeling (warmtetolerantie) tussen soorten en zelfs tussen cultivars.

Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat het tijdstip van de warmwaterbehandeling grote invloed heeft op de uiteindelijke schade aan de planten. In het algemeen lijkt een warmwaterbehandeling vlak voor het planten in april minder schade te veroorzaken dan een warmwaterbehandeling uitgevoerd in december.

Het behandelen van plantgoed heeft sterk de voorkeur. Ten eerste wordt zo voorkomen dat door aaltjes geïnfecteerd plantgoed de grond besmet, waardoor in volgende jaren teeltproblemen door besmette grond kunnen worden voorkomen. Ten tweede heeft een warmwaterbehandeling van aangetast leverbaar materiaal geen zin, omdat in dat geval de symptomen toch nog zichtbaar blijven op de wortels, ongeacht de aanwezigheid van aaltjes. Dat kan alsnog problemen opleveren bij de export.

### 4.2 ALGEMENE PROEFOPZET

In 1998 werd gebruik gemaakt van plantgoed van *Aconitum napellus*, *Astrantia major* 'Rubra', *Geranium* 'Johnson's Blue', *Hosta* 'Frances Williams', *Ligularia* 'Przewalskii', *Paeonia chinensis* 'Sarah Bernardt' en *Salvia nemorosa* 'Ostfriesland'. Er werden diverse warmwaterbehandelingen uitgevoerd, waarbij tevens de tijdstippen december (vóór de bewaring) en maart (vlak voor planten) vergeleken zijn.

In 1999 zijn de proeven met *Astrantia major* 'Rubra' (gedeeltelijk), *Ligularia* 'Przewalskii' en *Salvia nemorosa* 'Ostfriesland' herhaald. Verder zijn er vijf soorten toegevoegd, namelijk *Anemone hybrida* 'Pamina', *Centaurea dealbata* 'Steenbergii', *Cimicifuga racemosa*, *Hosta tardiana* 'Halcyon' en *Pulmonaria saccharata* 'Dora Bielefeld'. Deze soorten ondergingen diverse warmwaterbehandelingen (geen, 1 uur 41°C, 2 uur 41°C, 1 uur 43½°C of 2 uur 43½°C) in maart (vlak voor planten). De proeven van 1999 met *Astrantia* en *Anemone*, *Centaurea*, *Cimicifuga*, *Hosta* en *Pulmonaria* zijn in 2000 nogmaals uitgevoerd. Bij *Hosta tardiana* 'Halcyon' zijn deze warmwaterbehandelingen zowel in december (vóór de bewaring) als in maart (vlak voor planten) beproefd.

Bij de warmwaterbehandeling werd er rekening gehouden met een opwarmtijd. De planten gingen in het bad met de gewenste temperatuur. Door de relatief koude planten zakte de temperatuur van het bad. De behandeling startte op het moment dat het water weer op temperatuur was. Deze opwarmtijd bedroeg slechts enkele minuten. Na de warmwaterbehandeling werden de planten direct afgekoeld in koud water. *Aconitum napellus* werd na de warmwaterbehandeling afgekoeld in koud water, met daarin 1,5% Tmtd (actieve stof: thiram). Na uitlekken zijn de planten ingepakt in geperforeerd plastic. Als controlebehandeling werden planten gebruikt, die geen warmwaterbehandeling ondergingen. In de bewaring werd gebruik gemaakt van een vulmiddel (finn peat). De planten werden standaard bewaard bij -2°C, alleen *Anemone* werd bewaard bij 2°C vanwege vorstgevoeligheid (in koeling bij een praktijkbedrijf). Een week voor de warmwaterbehandeling in maart werden de planten langzaam ontdooid. De proeven werden uitgevoerd in drie herhalingen. De herhalingen werden uitgevoerd in verschillende warmwaterbaden. De proeven werden geanalyseerd met een variantie-analyse. In de tabellen wordt de LSD-waarde (= Least Significant Difference) vermeld. Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in de betreffende tabel groter is dan of gelijk is aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

In 1998 werd het perceel niet geïnjecteerd. Uit bemonstering bleek dat geen van beide aaltjes aanwezig was. In 1999 en 2000 is het perceel in het najaar ervoor wel geïnjecteerd. De planten werden met de hand op bedden (1,5 meter) geplant. Er werden 4 rijen per bed geplant, waarbij een afstand tussen de planten in de rij van 20 cm werd aangehouden, met uitzondering van *Aconitum napellus* waarbij 10 cm werd aangehouden. Tussen de veldjes werd een afstand van 60 cm aangehouden. De proeven werden per herhaling geblokt, waarbinnen de behandelingen werden

geward. Na het planten werd het perceel afgespoten met papiercellulose als stuifbestrijding. In november werden de planten gelicht en vervolgens met de hand gerooid.

Tijdens het seizoen werd beoordeeld op de snelheid van opkomst van planten en op de lengte van de bloemen. Na het rooien werd beoordeeld op oogstgewicht per veldje, het aantal planten per veldje en het aantal neuzen per plant of per veldje (*Astilbe* en *Paeonia*).

### 4.3 ACONITUM

#### 4.3.1 Inleiding

Door het geven van een warmwaterbehandeling aan *Aconitum napellus* trad schade op in de vorm van bossige planten, waarbij een duidelijke hoofdsteel ontbrak. Deze bossige planten zorgden ook voor de vorming van veel kleine knolletjes. Dit ging ten koste van het aantal leverbare knollen. Als volstaan kan worden met plantgoed, is een behandeling van bijvoorbeeld 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C mogelijk. Er is nog geen duidelijkheid over het tijdstip waarop de planten behandeld moeten worden. In 1996 bleek dat een behandeling (2 uur 43½°C) in december minder schade veroorzaakte dan deze behandeling in maart. In 1997 bleek echter dat de behandeling (2 uur 43½°C of 1 uur 45°C) in maart juist minder schade veroorzaakte dan dezelfde behandeling in december (Van der Meij, 1998). In 1998 is de proef herhaald om zekerheid te krijgen over juiste tijdstip van het uitvoeren van de behandeling.

#### 4.3.2 Resultaten

In 1998 was de lengte van de bloemsteel korter, naarmate de behandeling zwaarder was. De warmwaterbehandelingen in december gaven een lager oogstgewicht dan de behandelingen in maart (Tabel 10). De warmwaterbehandeling 1 uur 43½°C in maart gaf dezelfde opbrengst als de controle. Bij de overige warmwaterbehandelingen was er sprake van lichte tot zware schade. Het gemiddeld knolgewicht werd kleiner naarmate de behandeling zwaarder was.

**Tabel 10.** Het oogstgewicht per veldje van *Aconitum napellus*, na uitvoering van de warmwaterbehandeling in december of maart, onder invloed van enkele temperatuur-tijdsduurcombinaties (1998).

Warmwaterbehandeling	Oogstgewicht (g)	
	december	maart
controle	2115	1915
1 uur 43½°C	1625	1777
2 uur 43½°C	247	1350

LSD (Least Significant Difference) = 2018 (oogstgewicht). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 4.3.3 Discussie en conclusie Aconitum

Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart is bij *Aconitum* goed mogelijk. Bij deze warmwaterbehandeling kan de bloemlengte echter iets korter zijn en verder is het gemiddeld knolgewicht iets lager. Als de duur van de warmwaterbehandeling wordt verlengd of als de warmwaterbehandeling vroeger wordt uitgevoerd, neemt de kans op schade toe. In eerder onderzoek (Van der Meij, 1998) bleek er geen eenduidigheid over het beste tijdstip van warmwaterbehandeling. De resultaten van deze proef duiden er op dat een warmwaterbehandeling van *Aconitum* het beste vlak voor het planten (maart) uitgevoerd kan worden. Dit komt overeen met de resultaten van 1997. Het verschil tussen de jaren kan veroorzaakt zijn door de mate van rust of de bewaaromstandigheden.

### 4.4 ANEMONE

#### 4.4.1 Inleiding

In 1996 en 1997 zijn er warmwaterbehandelingsproeven uitgevoerd *Anemone hybrida* 'Pamina'. Na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C kwamen er geen of weinig planten op. Ook de opkomst van de controlebehandelingen was slecht. Waarschijnlijk was de bewaring hiervan de oorzaak (Van der Meij, 1998). Uit ander onderzoek bleek dat wortelstek van *Anemone hybrida* 'Horonine Jobert' deze temperatuur-tijdsduurcombinaties wel goed kon doorstaan. Deze stekken werden geen drie maanden bewaard en werden direct na de warmwaterbehandeling geplant (Verhoeven, 1997).

#### 4.4.2 Resultaten

In 1999 en 2000 zijn er opnieuw proeven uitgevoerd met Anemone hybrida 'Pamina'. De warmwaterbehandelingen werden uitgevoerd in maart. In beide jaren was de opkomst en groei van de controle-planten goed (Tabel 11). Bij behandelde planten verliep de opkomst veel trager. Hoe zwaarder de behandeling, hoe trager de opkomst. In 1999 was er geen schade tot 1 uur 43½°C; bij een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C was de schade zeer groot. In 2000 was er bij zowel de warmwaterbehandelingen van 2 uur 41°C als 1 en 2 uur 43½°C grote schade.

**Tabel 11.** De opkomstsnelheid en oogstgewicht van Anemone hybrida 'Pamina' onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen.

*Opkomstsnelheid: aantal dagen waarin helft van totaal aantal opgekomen planten opgekomen is.*

Warmwater-behandeling	1999		2000	
	Opkomstsnelheid (dagen)	Oogstgewicht (g)	Opkomstsnelheid (dagen)	Oogstgewicht (g)
controle	17	1937	26,9	1122
1 uur 41°C	36	2371	47,1	1052
2 uur 41°C	45	1699	49,3	454
1 uur 43½°C	47	1543	50,5	216
2 uur 43½°C	-	26	-	0

LSD (Least Significant Difference) = 853 (oogstgewicht 1999); 327 (oogstgewicht 2000). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 4.4.3 Discussie en conclusie Anemone

Anemone hybrida 'Pamina' blijkt erg gevoelig voor een warmwaterbehandeling. Zelfs een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C kan schade veroorzaken. Omdat de planten in 1999 bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C een sterk vertraagde opkomst vertoonden, is in 2000 ook gekeken naar de invloed van voor- en nabehandelingen (hoofdstuk 5). Uit de proeven is gebleken dat de resultaten per jaar nogal kunnen wisselen. De planten kunnen in de bewaring al beginnen met uitlopen. De mate van uitlopen is waarschijnlijk van invloed op de warmtetolerantie van het gewas.

### 4.5 ASTRANTIA

#### 4.5.1 Resultaten

De proeven werden uitgevoerd met Astrantia major 'Rubra'. In 1998 was er schade na een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C in maart in de vorm van minder planten, maar het oogstgewicht was niet betrouwbaar lager. Werd deze warmwaterbehandeling in december uitgevoerd, dan was er sprake van een zware schade. Na warmwaterbehandelingen van 1 of 2 uur 43½°C of ½ uur 45°C in december of maart kwamen er geen planten op. In 1999 was er in de controlebehandeling sprake van een grote uitval. Bij alle uitgevoerde warmwaterbehandelingen (1 uur 41°C of 43½°C in december of maart) was er sprake van zeer zware schade. Er kwamen geen of weinig planten op. In 2000 stond de controlebehandeling er wel goed bij. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C, bij uitvoering in december of maart, gaf enige schade aan de planten. Na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C kwamen er geen planten meer op.

#### 4.5.2 Discussie en conclusie Astrantia

Astrantia major 'Rubra' blijkt zeer gevoelig voor een warmwaterbehandeling. Zelfs een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C veroorzaakte schade. Omdat er veel schade optrad, is in 1999 en 2000 gekeken naar eventuele verbeterende effecten van voor- en nabehandelingen (Hoofdstuk 5). Het geven van een warmwaterbehandeling aan Astrantia major 'Rubra' is tot nu toe niet mogelijk.

### 4.6 CENTAUREA

#### 4.6.1 Resultaten

Centaurea dealbata 'Steenbergii' werd in 1999 opgenomen in het onderzoek naar warmtetolerantie. De warmwaterbehandelingen werden in beide jaren vlak voor het planten (maart) uitgevoerd. Het oogstgewicht in 1999 en 2000 is weergegeven in Tabel 12. In 1999 was er een behoorlijke uitval in de

controlebehandeling. Na 1 uur 43½°C bleven de meeste planten weg. De planten die er stonden, groeiden flink uit, zodat er een relatief hoog oogstgewicht gemeten werd. In 2000 was er sprake van veel minder uitval in de controlebehandeling, waarbij ook de uitval in de kookbehandelingen minder was.

In 2000 is er alleen schade gevonden na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C.

**Tabel 12.** Het oogstgewicht per veldje van *Centaurea dealbata* 'Steenbergii' onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen.

Warmwaterbehandeling	Oogstgewicht (g)	
	1999	2000
controle	6582	2706
1 uur 41°C	8252	3215
2 uur 41°C	5123	2353
1 uur 43½°C	4043	2704
2 uur 43½°C	1982	1851

*LSD (Least Significant Difference) = 4157 (oogstgewicht 1999); 645 (oogstgewicht 2000). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).*

#### 4.6.2 Discussie en conclusie *Centaurea*

Een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C in maart aan *Centaurea* veroorzaakte in de twee proefjaren geen schade. In 1999 werd er schade gevonden na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C; dit was niet het geval in 2000. Het is niet geheel duidelijk waardoor dit verschil in warmtetolerantie veroorzaakt werd. De mate van rust tijdens de warmwaterbehandeling en de bewaaromstandigheden zouden hier een rol in kunnen spelen.

In 1999 is schade gevonden na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C. Daarom is in 2000 ook geëxperimenteerd met voor- en nabehandelingen bij deze warmwaterbehandeling (Hoofdstuk 5).

### 4.7 CIMICIFUGA

#### 4.7.1 Resultaten

De proeven in 1999 en 2000 zijn uitgevoerd met *Cimicifuga racemosa*. Alle warmwaterbehandelingen werden uitgevoerd in maart (vlak voor het planten). In 1999 was de opkomst na de zwaarste warmwaterbehandeling (2 uur 43½°C in maart) met ca. 4 weken vertraagd. De overige (lichtere) behandelingen waren niet of weinig vertraagd. In oktober werden er minder (ca. 50 %) bloeiende planten waargenomen bij de behandelingen 2 uur 41°C en 1 uur 43½°C. Na 2 uur 43½°C werden er geen bloeiende planten waargenomen. In de behandelingen met een warmwaterbehandeling waren de aanwezige bloemen enigszins korter. In de behandeling 2 uur 43½°C was er sprake van grote uitval van planten. Aan het eind van het groeiseizoen was er geen verschil in oogstgewicht tussen onbehandelde planten en planten die een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C ondergingen. Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C was er wel een behoorlijke reductie van het oogstgewicht.

In 2000 bleek *Cimicifuga* gevoeliger voor een warmwaterbehandeling. Vanaf 1 uur 43½°C werd er duidelijke schade waargenomen. De gewasstand tijdens het groeiseizoen was slechter, er waren minder bloeiende planten en de aanwezige bloemen waren iets korter. Aan het eind van het groeiseizoen werd een lager oogstgewicht waargenomen dan bij onbehandelde planten. Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C waren alle planten doodgekookt.

#### 4.7.2 Discussie en conclusie *Cimicifuga*

In beide jaren werd geen schade in oogstgewicht waargenomen na een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C in maart. Wel waren de bloemen iets korter. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C veroorzaakte in 1999 geen schade in het oogstgewicht; in 2000 was er wel enige schade in oogstgewicht. Een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C gaf in beide jaren zware schade.

### 4.8 GERANIUM

#### 4.8.1 Inleiding

In 1996 is er een proef uitgevoerd met *Geranium* 'Johnson's Blue'. De behandelingen 1 uur 43½°C en ½ uur 45°C gaven in 1996 hetzelfde oogstgewicht als de controlebehandelingen, zowel bij behandeling in december als in maart. Bij 'zwaardere' behandelingen (zoals 2 uur 43½°C en 1 uur 45°C) was er sprake van zware schade. In 1997 is er een proef gedaan met *Geranium* 'Gravetye',

waarbij alleen de behandelingen 1 uur 43½°C en ½ uur 45°C in maart nog een redelijke opbrengst gaven. Werd de warmwaterbehandeling in december uitgevoerd, of werd de temperatuur-tijdsduurcombinatie verzaamd, dan was er geen of weinig opbrengst. Omdat er twee cultivars gebruikt zijn, zijn de resultaten niet goed te vergelijken. Daarom is de proef in 1998 opnieuw uitgevoerd met Geranium 'Johnson's Blue'.

#### **4.8.2 Resultaten**

In 1998 bleek dat bij de behandelingen 1 uur 43½°C en ½ uur 45°C, uitgevoerd in maart, zware schade ontstond aan de planten. Bij uitvoering van deze warmwaterbehandelingen in december bleken alle planten verkookt. Dit gold ook bij de warmwaterbehandelingen 2 uur 43½°C en 1 uur 45°C, zowel bij uitvoering in december als maart.

#### **4.8.3 Discussie en conclusie Geranium**

In 1996 was er geen schade bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C, ongeacht het tijdstip december of maart. In 1998 was er sprake van zware tot zeer zware schade bij deze warmwaterbehandelingen. Hieruit blijkt dat Geranium 'Johnson's Blue' erg gevoelig kan zijn voor een warmwaterbehandeling. Waarschijnlijk zijn er, naast de zwaarte van een warmwaterbehandeling, verschillende factoren die de uiteindelijke schade aan de planten bepalen. Om de kans op schade door een warmwaterbehandeling bij Geranium 'Johnson's Blue' te verminderen, zijn er in 1999 en 2000 experimenten uitgevoerd met voor- en nabehandelingen (Hoofdstuk 5).

### **4.9 HOSTA**

#### **4.9.1 Inleiding**

In 1995 en 1996 zijn proeven uitgevoerd met Hosta sieboldiana. Deze Hosta doorstaat warmwaterbehandelingen van 2 of 3 uur 43½°C en ½ uur of 1 uur 45°C, mits uitgevoerd in maart. Bij een behandeling in december zijn er opbrengstverliezen bij de warmwaterbehandelingen 2 en 3 uur 43½°C. In 1997 werd Hosta sieboldiana vervangen door Hosta 'Frances Williams'. Hosta 'Frances Williams' lijkt iets gevoeliger voor een warmwaterbehandeling dan Hosta sieboldiana. Warmwaterbehandelingen van 1 uur 43½°C in december of maart en 2 uur 43½°C in maart gaven geen schade. De proef met Hosta 'Frances Williams' is in 1998 herhaald. In 1999 en 2000 zijn er proeven uitgevoerd met Hosta tardiana 'Halcyon'.

#### **4.9.2 Resultaten**

In 1998 gaf een warmwaterbehandeling aan Hosta 'Frances Williams' in december een significant lager oogstgewicht dan diezelfde warmwaterbehandeling in maart. Alle beproefde warmwaterbehandelingen in december (1 of 2 uur 43½°C, ½ of 1 uur 45°C) veroorzaakten matige tot zware schade aan de planten. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C in maart veroorzaakte geen schade. Werd deze warmwaterbehandeling verzaamd (2 uur 43½°C of 1 uur 45°C), dan was er wel sprake van schade in oogstgewicht, maar niet in aantal planten.

In 1999 werd er bij Hosta tardiana 'Halcyon' geen schade waargenomen na de zwaarste warmwaterbehandeling (2 uur 43½°C in maart). Omdat in 1999 bij geen van de uitgevoerde warmwaterbehandelingen schade werd waargenomen, zijn in 2000 de warmwaterbehandelingen ook bij het tijdstip december (voor de bewaring) uitgevoerd. Het uitgangsmateriaal van deze proef was besmet met het wortelknobbelaaltje. De resultaten van de warmwaterbehandelingen zijn terug te vinden in Tabel 13.

Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C, 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C in december of maart werd een hoger oogstgewicht gevonden dan bij onbehandelde planten. Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C was het oogstgewicht gelijk aan dat van de controlebehandeling. Wel werden er iets minder planten gevonden na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C in december.

**Tabel 13.** Het oogstgewicht en het aantal planten per veldje van *Hosta tardiana* 'Halcyon', na uitvoering van een warmwaterbehandeling in december of maart, onder invloed van diverse combinaties van temperatuur en tijd (1999).

Warmwaterbehandeling	Oogstgewicht (g)		Aantal planten	
	december	maart	december	maart
controle	1989	2033	23,3	23,7
2 uur 41°C	3089	2978	24,0	24,0
1 uur 43½°C	2776	2447	23,3	22,3
2 uur 43½°C	1757	2038	20,7	23,0
½ uur 45°C	2692	2604	23,0	22,7

LSD (Least Significant Difference) = 684 (oogstgewicht) en 2,2 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 4.9.3 Discussie en conclusie Hosta

Het tijdstip van behandeling is voor *Hosta* 'Frances Williams' van belang. Een warmwaterbehandeling in december geeft eerder schade dan een behandeling in maart. In 1998 kon *Hosta* 'Frances Williams' een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C in maart en 1 uur 43½°C in december minder goed verdragen. In 1997 gaven deze warmwaterbehandelingen geen schade in het oogstgewicht. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart gaf in beide jaren geen schade.

*Hosta tardiana* 'Halcyon' kan een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 43½°C goed doorstaan, mits de behandeling wordt uitgevoerd in maart. Bij een behandeling in december trad bij 2 uur 43½°C lichte schade op. Het uitgangsmateriaal van *Hosta tardiana* 'Halcyon' was besmet met het wortelknobbelaaltje. Doordat de warmwaterbehandeling de aaltjes bestreed, maar geen schade aan de planten veroorzaakte, werd er bij de meeste warmwaterbehandelingen een hoger oogstgewicht gevonden, dan in onbehandelde planten. Bij de warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C in december was het oogstgewicht gelijk aan dat na de controlebehandeling. In dit geval was er waarschijnlijk lichte schade door de warmwaterbehandeling, terwijl de wortelknobbelaaltjes goed bestreden werden.

### 4.10 LIGULARIA

#### 4.10.1 Resultaten

In 1998 en 1999 is gebruik gemaakt van *Ligularia* 'Przewalskii'. De resultaten van 1999 zijn terug te vinden in Tabel 14. De warmwaterbehandeling 1 uur 41°C veroorzaakte geen schade. Hierbij was er geen verschil tussen uitvoering in december of maart. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C, uitgevoerd in maart gaf in beide jaren geen of nauwelijks schade. Bij uitvoering van deze warmwaterbehandelingen in december ontstond er grote schade. Een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C gaf in beide jaren geen opbrengst.

**Tabel 14.** Het oogstgewicht en het aantal planten per veldje van *Ligularia* 'Przewalskii', na uitvoering van een warmwaterbehandeling in december of maart, onder invloed van diverse combinaties van temperatuur en tijd (1999).

Warmwater-behandeling	Oogstgewicht (g)		Aantal planten	
	december	maart	december	maart
controle	6552	6785	24,0	23,7
1 uur 41°C	6295	6170	23,3	24,0
1 uur 43½°C	0	6823	0,0	23,3
2 uur 43½°C	0	40	0,0	0,3
½ uur 45°C	0	7613	0,0	23,0

LSD (Least Significant Difference) = 1434 (oogstgewicht) en 0,9 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 4.10.2 Discussie en conclusie Ligularia

Voor *Ligularia* 'Przewalskii' blijkt het tijdstip van warmwaterbehandeling van belang. Een warmwaterbehandeling in december geeft eerder schade dan dezelfde warmwaterbehandeling in maart. Als de behandeling uitgevoerd wordt in maart, kan *Ligularia* 'Przewalskii' 1 uur 41°C, 1 uur 43½°C en ½ uur 45°C verdragen. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C in december gaat ook

goed. Bij een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C was de schade zo groot, dat er geen planten meer opkwamen.

4.11 PAEONIA

4.11.1 Inleiding

In 1995 - 1997 zijn proeven uitgevoerd met Paeonia chinensis 'Sarah Bernhardt'. In 1995 is geen schade aangetoond na een warmwaterbehandeling van 1 uur 45°C in december. In de volgende proefjaren werden de temperatuur-tijdsduurcombinaties verzwaard. In 1996 en 1997 werd 2 uur 43½°C of 1 uur 45°C goed verdragen, ongeacht het tijdstip van uitvoering. Bij zwaardere behandelingen (3 uur 43½°C of 1½ uur 45°C) werd niet duidelijk welk tijdstip het beste was. In 1996 waren de december-behandelingen beter dan de maart-behandelingen. In 1997 was het andersom. Daarom werd de proef in 1998 nogmaals uitgevoerd om een duidelijke conclusie te kunnen trekken over het juiste tijdstip van behandeling.

4.11.2 Resultaten

Het oogstgewicht van Paeonia chinensis 'Sarah Bernhardt' werd niet beïnvloed door het uitvoeren van een warmwaterbehandeling van 2 of 3 uur 43½°C. In december was het oogstgewicht na een behandeling van 2 uur 43½°C zelfs hoger dan dat van de onbehandelde veldjes. Er was geen significant verschil tussen het tijdstip december en het tijdstip maart, wat betreft het oogstgewicht en het aantal planten. Ook het aantal neuzen toonde geen verschillen.

4.11.3 Discussie en conclusie Paeonia

In 1998 is bij Paeonia chinensis 'Sarah Bernhardt' geen schade gevonden na warmwaterbehandelingen van 2 of 3 uur 43½°C bij uitvoering in december of maart. Dit betekent dat er nog geen uitsluitsel is over het juiste tijdstip van behandeling. Wel is duidelijk dat Paeonia chinensis 'Sarah Bernhardt' zeer warmtetolerant is. In geen van de proefjaren werd schade gevonden na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C of 1 uur 45°C, ongeacht het tijdstip waarop de behandeling werd uitgevoerd. Een vergelijking van proefresultaten van 1996 – 1998 leert dat een warmwaterbehandeling van 3 uur 43½°C of 1½ uur 45°C in maart nauwelijks tot geen schade geeft. Wordt deze warmwaterbehandeling in december uitgevoerd, dan lijken de risico's groter te worden.

4.12 PULMONARIA

4.12.1 Resultaten

In 1999 en 2000 werd Pulmonaria saccharata 'Dora Bielefeld' onderzocht. Een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 41°C in maart leverde in beide jaren dezelfde oogstgewichten op als de controlebehandeling (Tabel 15). Planten die in 1999 een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C ondergingen vertoonden midden in het groeiseizoen een iets mindere gewasstand. Aan het eind van het groeiseizoen bleek het oogstgewicht echter niet betrouwbaar lager te zijn dan dat van de onbehandelde planten. In 2000 was er sprake van meer uitval bij deze warmwaterbehandeling. Pulmonaria saccharata 'Dora Bielefeld' kwam niet meer op na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C bij uitvoering in maart.

In 1998 is ook een proef uitgevoerd met aangetast plantgoed. In deze proef was er een lichte oogstreductie na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C in maart. Bij uitvoering van deze warmwaterbehandeling in december kwamen er geen planten meer op.

Tabel 15. Het oogstgewicht per veldje van Pulmonaria saccharata 'Dora Bielefeld', na uitvoering van een warmwaterbehandeling in maart, onder invloed van diverse combinaties van temperatuur en tijd.

Warmwaterbehandeling	Oogstgewicht (g)	
	1999	2000
controle	11140	5691
1 uur 41°C	9046	6160
2 uur 41°C	9821	5803
1 uur 43½°C	8977	2882
2 uur 43½°C	1815	0

LSD (Least Significant Difference) = 3406 (1999) en 1754 (2000). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 4.12.2 Discussie en conclusie Pulmonaria

*Pulmonaria saccharata* 'Dora Bielefeld' is goed bestand tegen een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 41°C, uitgevoerd in maart. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C is niet zonder risico. Gedurende twee proefjaren werd er nauwelijks oogstreductie gevonden. In 2000 was er wel sprake van zware schade. Waar deze verschillen door veroorzaakt worden is niet duidelijk. Zowel de mate van rust als de bewaaromstandigheden kunnen een rol spelen bij de schade door een warmwaterbehandeling.

Een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C blijkt niet mogelijk te zijn voor *Pulmonaria saccharata* 'Dora Bielefeld'.

#### 4.13 SALVIA

##### 4.13.1 Resultaten

*Salvia nemorosa* 'Ostfriesland' werd in 1998 en 1999 gebruikt voor proeven. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C had geen invloed op het oogstgewicht, ongeacht of deze in december of in maart uitgevoerd werd (Tabel 16). Bij de overige (zwaardere) behandelingen werd het tijdstip van warmwaterbehandeling wel van belang. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C in maart gaf in beide jaren geen schade, terwijl bij uitvoering van deze warmwaterbehandelingen in december wel schade ontstond. Bij een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C werd bij uitvoering in maart nog enige opbrengst gevonden. Na uitvoering van de warmwaterbehandeling in december, waren alle planten doodgekookt.

**Tabel 16.** Het oogstgewicht per veldje in 1998 en 1999 van *Salvia nemorosa* 'Ostfriesland', na uitvoering van een warmwaterbehandeling in december of maart, onder invloed van diverse combinaties van temperatuur en tijd.

Warmwaterbehandeling	Oogstgewicht (g) 1998		Oogstgewicht (g) 1999	
	december	maart	december	maart
controle	2343	2362	3753	3746
1 uur 41°C	2838	2567	4258	4055
1 uur 43½°C	498	2448	3087	4286
2 uur 43½°C	0	892	0	3200
½ uur 45°C	1222	2332	2819	3989

LSD (Least Significant Difference) = 728 (oogstgewicht 1998) en 670 (oogstgewicht 1999). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

##### 4.13.2 Discussie en conclusie Salvia

In beide proefjaren gaf een warmwaterbehandeling in december aan *Salvia nemorosa* 'Ostfriesland' een lager oogstgewicht dan diezelfde behandeling in maart. Dit verschil in tijdstippen trad alleen op bij de zwaarste behandelingen (1 en 2 uur 43½°C en ½ uur 45°C). Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C in maart veroorzaakte namelijk in beide jaren geen schade. Werd deze warmwaterbehandeling echter in december uitgevoerd of verder verzwaaard (2 uur 43½°C), dan was er in 1998 sprake van zware schade. In 1999 was er bij deze warmwaterbehandelingen nauwelijks schade.



## 5. MOGELIJKHEDEN VOOR HET BEÏNVLOEDEN VAN WARMTETOLERANTIE: VOOR- EN NABEHANDELINGEN

### 5.1 INLEIDING

Uit voorgaande jaren is gebleken dat bij het geven van een warmwaterbehandeling grote schade kan ontstaan aan de planten. In de bollenteelt wordt gebruikt gemaakt van voorwarmte (bijv. 1 week 30°C, voorafgaand aan de warmwaterbehandeling) (Van Leeuwen en Van der Weijden, 1996; Winfield, 1970). Ook het geven van een nabehandeling (vochtig bewaren bij 20 °C gedurende een week) kan de schade door een warmwaterbehandeling verminderen, bijv. bij *Anemone coronaria* (Doornik, Van Leeuwen en Van der Lans, 1990).

In 1996 en 1997 werden er enkele oriënterende proeven uitgevoerd om te bepalen of er ook mogelijkheden zijn met voor- en nabehandelingen de schade aan vaste planten door de warmwaterbehandeling te verminderen. Er zijn goede resultaten bekend bij o.a. *Aconitum*, *Astilbe* en *Delphinium* (Van der Meij, 1998).

### 5.2 ALGEMENE PROEFOPZET

In 1998 zijn proeven uitgevoerd met plantgoed van *Aconitum napellus*, *Astilbe* 'Peach Blossom', *Geranium* 'Johnson's Blue' en *Alchemilla mollis*. Verder zijn er voor- en nabehandelingen bekeken bij ziek plantgoed van *Phlox* 'Bright Eyes'. In 1999 werden *Aconitum* en *Phlox* weggelaten en werd *Astrantia major* 'Rubra' toegevoegd. In 2000 zijn proeven uitgevoerd met *Astilbe* 'Peach Blossom', *Geranium* 'Johnson's Blue', *Alchemilla mollis*, *Astrantia major* 'Rubra', *Centaurea dealbata* 'Steenbergii' en *Anemone hybrida* 'Pamina'.

Als voorbehandeling werd gekozen voor 1 of 2 dagen 30°C of 2 dagen 25°C. De planten werden gedurende deze tijd bewaard in een cel met betreffende temperatuur (25 of 30°C), waarbij de planten ingepakt waren in plastic om uitdrogen te voorkomen. Direct na deze bewaring kregen de planten een warmwaterbehandeling. Als nabehandeling werd gekozen voor 4 dagen 20°C of 4 dagen 15°C. De planten werden na de warmwaterbehandeling eerst licht gedroogd, waarna ze 4 dagen in een cel met de gewenste temperatuur werden bewaard. Ook nu waren de planten ingepakt in plastic.

Per soort werd een temperatuur-tijdsduurcombinatie gekozen, die in eerdere proeven lichte tot matige schade had veroorzaakt. Bij de warmwaterbehandeling werd rekening gehouden met een opwarmtijd. De planten gingen in het bad met de gewenste temperatuur. Door de relatief koude planten zakte de temperatuur van het bad. De behandeling startte op het moment dat het water weer op temperatuur was. Deze opwarmtijd bedroeg slechts enkele minuten. Na de warmwaterbehandeling werden de planten direct afgekoeld in koud water. *Aconitum napellus* werd na de warmwaterbehandeling afgekoeld in koud water, met daarin 1,5% Tmtd (actieve stof: thiram). Na licht drogen zijn de planten ingepakt in geperforeerd plastic. Als controlebehandeling bleven de planten in de koelcel, gedurende de warmwaterbehandeling.

Bij een warmwaterbehandeling in december werden de planten na het uitvoeren van de behandelingen enkele dagen bewaard bij 2°C. Hierna werden de planten ingevroren bij -2°C tot een week voor planten. In de bewaring werd er gebruik gemaakt van een vulmiddel (finn peat). De planten werden standaard bewaard bij -2°C, alleen *Anemone* werd bewaard bij 2°C (bij praktijkbedrijf). Bij een warmwaterbehandeling in maart werden de planten een week voor de warmwaterbehandeling in maart langzaam ontdooid bij +2°C. Nadat de laatste behandeling uitgevoerd was, werd de proef binnen enkele dagen geplant.

In 1998 werd het perceel niet geïnjecteerd. Uit bemonstering bleek dat geen van beide aaltjes aanwezig was. In 1999 en 2000 is het perceel in het najaar ervoor wel geïnjecteerd. De planten werden met de hand op bedden (1,5 meter) geplant. Er werden 4 rijen per bed geplant, waarbij een afstand tussen de planten in de rij van 20 cm werd aangehouden. Uitzonderingen hierop waren *Aconitum napellus* (10 cm plantafstand) en *Geranium* 'Johnson's Blue' (25 cm tussenruimte). Tussen de veldjes werd een afstand van 60 cm aangehouden. De proeven werden per herhaling geblokt, waarbinnen de behandelingen werden gewaard. Na het planten (maart/april) werd het perceel afgespoten met papiercellulose als stuifbestrijding. In november werden de planten gelicht en vervolgens met de hand gerooid.

Tijdens het seizoen werd beoordeeld op de snelheid van opkomst van planten en op de lengte van de bloemen. Na het rooien werd beoordeeld op oogstgewicht per veldje, het aantal planten per veldje en het aantal neuzen per plant of per veldje (Astilbe).

De proeven werden uitgevoerd in drie herhalingen. De herhalingen werden uitgevoerd in verschillende warmwaterbaden. De proeven werden geanalyseerd met een variantie-analyse. In de tabellen wordt de LSD-waarde (= Least Significant Difference) vermeld. Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in de betreffende tabel groter is dan of gelijk is aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 5.3 ACONITUM

#### 5.3.1 Inleiding

In de vorige projectperiode (1994 - 1997) zijn goede resultaten behaald met een voorbehandeling van 1 dag 30°C en een nabehandeling van 3 dagen 20°C. Combinatie van een warmwaterbehandeling (1½ uur 45°C in december) met een voorbehandeling of een nabehandeling had bij Aconitum napellus een positief effect op het oogstgewicht. Er was echter geen significant verschil tussen het aantal knollen per veld en het gemiddeld knolgewicht (Van der Meij, 1998).

#### 5.3.2 Resultaten

De uitgevoerde warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december veroorzaakte veel schade. Er waren minder bloemen in de veldjes aanwezig en de aanwezige bloemen waren korter. Het oogstgewicht was veel lager dan dat van onbehandelde planten (Tabel 17), omdat er minder knollen geoogst werden.

Een voorbehandeling van 1 of 2 dagen 30°C in combinatie met een warmwaterbehandeling (1 uur 43½°C in december) resulteerde in meer bloemen per veldje vergeleken met alleen een warmwaterbehandeling. Ook het oogstgewicht en het aantal knollen nam toe vergeleken met alleen een warmwaterbehandeling (Tabel 17). Ondanks een verbetering werd het niveau van onbehandelde planten in bloemlengte, aantal bloemen, oogstgewicht en aantal knollen niet gehaald.

Een warmwaterbehandeling in combinatie met een nabehandeling van 4 dagen 20°C gaf geen verbetering ten opzichte van alleen een warmwaterbehandeling. De bloemlengte was gelijk; het aantal bloemen was lager. Verder was er geen verschil in het oogstgewicht en het aantal knollen (Tabel 17).

**Tabel 17.** Het oogstgewicht en het aantal knollen per veldje van Aconitum napellus, onder invloed van voor- of nabehandeling in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart (1998).

Behandeling	Oogstgewicht (g)	Aantal knollen
onbehandeld	1722	112,7
1 uur 43½°C (maart)	488	31,0
1 dag 30°C + 1 uur 43½°C	1180	87,3
2 dagen 30°C + 1 uur 43½°C	1148	88,3
1 uur 43½°C + 4 dagen 20°C	345	32,0

LSD (Least Significant Difference) = 481 (oogstgewicht) en 24,0 (aantal knollen). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 5.3.3 Discussie en conclusie Aconitum

Met de warmwaterbehandeling werd schade verkregen, zodat het mogelijk is om het effect van voor- en nabehandelingen na te gaan. Een voorbehandeling van 1 of 2 dagen 30°C was in staat om de schade door de warmwaterbehandeling (1 uur 43½°C in december) flink te verminderen. Toch was er nog sprake van schade. Dit komt overeen met resultaten van uit eerder onderzoek, waarin een positief effect van een voorbehandeling van 1 dag 30°C werd gevonden.

Een nabehandeling van 4 dagen 20°C bleek niet effectief te zijn om de schade door een warmwaterbehandeling te verminderen. Dit komt niet overeen met eerdere resultaten. Uit eerder onderzoek was namelijk gebleken dat een nabehandeling van 3 dagen 20°C wel schade door een warmwaterbehandeling kan reduceren (Van der Meij, 1998). Wat van dit verschil de oorzaak is, is niet duidelijk. Het zou kunnen zijn dat er verschil in omstandigheden is geweest tijdens de nabehandeling, zoals bijv. vochtigheid. Een andere mogelijkheid is, dat er een kritische grens ligt tussen 3 en 4 dagen bij 20°C. De planten gingen in beide gevallen binnen 1 dag na de nabehandeling naar -2°C.

Misschien zijn de planten na 4 dagen 20°C teveel geactiveerd, waardoor er schade door de bewaring ontstaat.

## 5.4 ALCHEMILLA

### 5.4.1 Inleiding

In 1996 is een proef uitgevoerd met *Alchemilla mollis*. Hierin is gekeken naar het effect van een voor- en nabehandeling op de schade door een warmwaterbehandeling (½ uur 45°C in december). Een voorbehandeling van 1 dag 30°C bleek geen effect te hebben op de schade door de warmwaterbehandeling. Een nabehandeling van 3 dagen 20°C bleek juist negatief te werken. De nabehandeling leidde tot een verdere vermindering van het oogstgewicht (Van der Meij, 1998).

### 5.4.2 Resultaten

Bij *Alchemilla mollis* zijn in 1998 - 2000 diverse voor- en nabehandelingen uitgevoerd in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart. In 1998 zijn er voorbehandelingen van 1 en 2 dagen bij 30°C uitgevoerd. In deze proef veroorzaakte de warmwaterbehandeling echter geen schade in het oogstgewicht. Alle behandelingen vertoonden een gelijk oogstgewicht (Tabel 18), uitgezonderd de nabehandeling van 4 dagen 20°C. Planten met deze nabehandeling vielen na opkomst grotendeels weg. Dit komt ook tot uiting in het oogstgewicht. Het oogstgewicht van de nabehandeling in combinatie met een warmwaterbehandeling is lager dan dat na alleen een warmwaterbehandeling.

In 1999 en 2000 was er wel schade door de warmwaterbehandeling. Een voorbehandeling van 2 dagen 30°C bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart leverde in 1999 wel een verbeterd resultaat op. In 2000 was er geen merkbaar effect van deze voorbehandeling. Een voorbehandeling van 2 dagen 25°C gaf in 1999 een hoger oogstgewicht. In 2000 was de verbetering niet betrouwbaar. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C werkte in 1999 verslechterend, maar had in 1999 geen effect. In 2000 was de verhoging niet betrouwbaar beter (zie Tabel 18).

Een combinatie van een voorbehandeling van 2 dagen 30°C met een nabehandeling van 4 dagen 15°C gaf wel een toename van het oogstgewicht, maar niet in het aantal planten. Het oogstgewicht van de onbehandelde planten werd echter niet bereikt.

**Tabel 18.** Het oogstgewicht van *Alchemilla mollis* onder invloed van voor- en nabehandelingen in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C, uitgevoerd in maart.

Behandeling	Oogstgewicht (g)		
	1998	1999	2000
onbehandeld	7632	13097	5435
1 uur 43½°C (maart)	7497	8898	1458
1 dag 30°C + 1 uur 43½°C	7498	-	-
2 dagen 30°C + 1 uur 43½°C	7928	11306	1620
2 dagen 25°C + 1 uur 43½°C	-	10175	3109
1 uur 43½°C + 4 dagen 20°C	5215	8448	3052
1 uur 43½°C + 4 dagen 15°C	-	10633	3040
2 dagen 30°C + 1 uur 43½°C + 4 dagen 15°C	-	-	3610

..: niet uitgevoerd

LSD (Least Significant Difference) = 1655 (1998), 1118 (1999) en 1857 (2000). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 5.4.3 Discussie en conclusie *Alchemilla*

Een voorbehandeling van 2 dagen 25°C gaf in 1999 en 2000 een verbetering van het oogstgewicht. Bij de voorbehandeling van 2 dagen 30°C werd dit alleen in 1999 gevonden.

Het is niet duidelijk wat het effect van een nabehandeling van 4 dagen 20°C is. In 1998 veroorzaakte deze nabehandeling schade. In 1999 was er geen effect van deze nabehandeling, terwijl in 2000 juist verbetering leek op te treden (hoewel niet significant). Een nabehandeling van 4 dagen 15°C leek in beide jaren schadebeperkend te werken. Een combinatie van een voor- en nabehandeling met een warmwaterbehandeling gaf een extra reductie van de schade door de warmwaterbehandeling.

De invloed van de voor- en nabehandelingen was wisselend gedurende de jaren. Hierdoor werd geen duidelijk beeld verkregen. Waarschijnlijk zijn de bewaaromstandigheden (vocht) tijdens de voor- en nabehandeling van belang voor het uiteindelijke positieve of negatieve effect.

## 5.5 ANEMONE

### 5.5.1 Resultaten

In 2000 zijn oriënterende proeven uitgevoerd naar de mogelijkheid van voor- en nabehandelingen bij Anemone hybrida 'Pamina'. De voor- en nabehandelingen zijn uitgevoerd in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart. De planten die alleen een warmwaterbehandeling ondergaan hadden kwamen nauwelijks op en waren daarbij ook sterk vertraagd. Planten met een voorbehandeling (2 dagen 25°C of 30°C) waren minder vertraagd in opkomst. Planten met een nabehandeling hadden de minste vertraging ten opzichte van onbehandelde planten.

Uit Tabel 19 volgt dat er zware schade in oogstgewicht ontstond door de warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart. De beide voorbehandelingen van 2 dagen 30°C en 2 dagen 25°C brachten hier geen verandering in. De nabehandelingen waren succesvoller. Er werd een hoger oogstgewicht gevonden. Bij de nabehandeling van 4 dagen 15°C was er zelfs geen betrouwbaar verschil met de controlebehandeling.

**Tabel 19.** Het oogstgewicht van Anemone hybrida 'Pamina' onder invloed van voor- en nabehandelingen in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C uitgevoerd in maart (2000).

Behandeling	Oogstgewicht (g)
onbehandeld	1122
1 uur 43½°C (maart)	216
2 dagen 25°C + 1 uur 43½°C	89
2 dagen 30°C + 1 uur 43½°C	255
1 uur 43½°C + 4 dagen 15°C	805
1 uur 43½°C + 4 dagen 20°C	739

LSD (Least Significant Difference) = 327. Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 5.5.2 Discussie en conclusie Anemone

De beide voorbehandelingen (2 dagen 30°C of 25°C) lijken weinig invloed te hebben op de schade door een warmwaterbehandeling aan Anemone hybrida 'Pamina'. De nabehandelingen hadden wel een sterk positief effect op het oogstgewicht. Na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C, gevolgd door een nabehandeling van 4 dagen 15°C week het oogstgewicht niet betrouwbaar af van het oogstgewicht van de controlebehandeling.

## 5.6 ASTILBE

### 5.6.1 Inleiding

Een voorbehandeling van 1 dag 30°C of een nabehandeling van 3 dagen 20°C bleek in het 1e project invloed te hebben op de schade door een warmwaterbehandeling (3 uur 43½°C in december) van Astilbe 'Peach Blossom'. De warmwaterbehandelingen met deze voor- en nabehandeling gaf zelfs ten opzichte van de onbehandelde planten geen lager oogstgewicht, terwijl alleen een warmwaterbehandeling veel schade veroorzaakte (Van der Meij, 1998).

### 5.6.2 Resultaten

In 1998 was er zeer zware schade aan Astilbe 'Peach Blossom' na een warmwaterbehandeling van 3 uur 43½°C, uitgevoerd in december. Het geven van een voorbehandeling (1 en 2 dagen 30°C) voor de warmwaterbehandeling leverde geen betrouwbaar hoger oogstgewicht op. De nabehandeling (4 dagen 20°C) verbeterde het resultaat wel, maar gaf nog wel een lager oogstgewicht dan de controle. In 1999 zijn er voor- en nabehandelingen uitgevoerd bij een warmwaterbehandeling van 3 uur 43½°C met de tijdstippen december en maart. Bij beide tijdstippen is er geen schade in oogstgewicht vastgesteld door de warmwaterbehandeling. Aanvankelijk waren er wel verschillen in gewasstand te zien. Alle behandelingen met een voor- of nabehandeling vertoonden een betere gewasstand dan de behandeling met alleen een warmwaterbehandeling. Bij het tijdstip december waren de nabehandelingen het beste en bij het tijdstip maart de voorbehandeling van 2 dagen 30°C.

In 2000 gaf een warmwaterbehandeling van 3 uur 43½°C op de tijdstippen december of maart ook geen schade in het oogstgewicht. Een voorbehandeling van 2 dagen 30°C gaf toch een verhoging van het oogstgewicht. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C gaf wel schade aan de planten. Bij combinatie van de voor- en nabehandeling met de warmwaterbehandeling werd het negatieve effect van de nabehandeling opgeheven door het positieve effect van de voorbehandeling, zodat er geen verschil was met de controlebehandeling. Bij het tijdstip maart gaf zowel de voorbehandeling van 2 dagen 30°C als de nabehandeling van 4 dagen 20°C een verbetering van het oogstgewicht vergeleken met alleen een warmwaterbehandeling. Bij combinatie van deze voor- én nabehandeling werd het oogstgewicht verder verhoogd. De combinatie van de voor- en nabehandeling was echter niet betrouwbaar beter dan alleen een voor- of nabehandeling.

### 5.6.3 Discussie en conclusie Astilbe

Toepassing van voor- en nabehandelingen hadden een positief effect op het oogstgewicht van Astilbe 'Peach Blossom'. Een voorbehandeling van 2 dagen 30°C gaf in alle drie jaren een verhoging van de opbrengst, hoewel dit verschil niet altijd aangetoond kon worden. Van de voorbehandeling 2 dagen 25°C is geen duidelijk positief effect waargenomen. Deze voorbehandeling is eenmalig uitgevoerd. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C gaf in 1998 een sterk verbeterd resultaat. Ook in 1999 leek deze nabehandeling positief, maar het verschil was niet significant. In 2000 was het resultaat bij deze nabehandeling juist slechter. Wellicht kan de oorzaak gezocht worden in de omstandigheden tijdens de nabehandeling, zoals vochtigheid van de planten. Het invriezen van de planten na de nabehandeling speelde geen rol. In 1998 en 2000 werden de planten na de nabehandeling 1 dag bij 2°C gezet. Hierna werden de planten overgebracht naar -2°C. In 1999 werden planten na de nabehandeling 1 week bij 2°C gezet, alvorens de planten werden ingevroren.

Combinaties van voor- en nabehandelingen lijken de schade door een warmwaterbehandeling verder te kunnen beperken. Deze proeven zijn eenmalig uitgevoerd, waardoor er nog geen harde conclusies getrokken kunnen worden.

## 5.7 ASTRANTIA

### 5.7.1 Resultaten

Bij Astrantia major 'Rubra' zijn er in 1999 en 2000 voor- en nabehandelingen uitgevoerd in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C in maart. Er was in 1999 veel uitval in de controlebehandeling. De schade aan de planten met alleen de warmwaterbehandeling was nog groter. De voor- en nabehandelingen van 2 dagen 25°C vóór en 4 dagen 15°C of 20°C na de warmwaterbehandeling hadden geen betrouwbare invloed op het oogstgewicht. In 2000 werd de proef nogmaals uitgevoerd. Er was nu nauwelijks uitval in de controlebehandeling (Tabel 20). Een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C veroorzaakte schade aan Astrantia. Een voorbehandeling van 2 dagen 25°C gaf geen aantoonbaar betere opbrengst. Dit was wel het geval met de beide nabehandelingen. Het oogstgewicht na een warmwaterbehandeling met deze nabehandelingen was gelijk aan het oogstgewicht van de controlebehandeling.

**Tabel 20.** Het oogstgewicht (g) en het aantal planten per veldje van Astrantia major 'Rubra' onder invloed van voor- en nabehandelingen in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C, uitgevoerd in maart (2000).

Warmwaterbehandeling	Oogstgewicht (g)	Aantal planten
controle	5045	23,0
1 uur 41°C	1934	13,0
2 dagen 25°C + 1 uur 41°C	2370	15,3
1 uur 41°C + 4 dagen 20°C	4479	21,3
1 uur 41°C + 4 dagen 15°C	4990	18,7

LSD (Least Significant Difference) = 2220 (oogstgewicht) en 5,9 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 5.7.2 Discussie en conclusie Astrantia

Een voorbehandeling van 2 dagen 25°C bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C in maart had geen effect op het oogstgewicht van Astrantia major 'Rubra'. De nabehandelingen 4 dagen 15°C of 20°C werkten in 1999 niet, maar in 2000 wel schadeverminderend. De grootte van het effect kan per jaar enigszins wisselen.

## **5.8 CENTAUREA**

### **5.8.1 Resultaten**

Met *Centaurea dealbata* 'Steenbergii' zijn er in 2000 voor- en nabehandelingen uitgevoerd in combinatie met de warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart. Deze warmwaterbehandeling veroorzaakte geen schade in het oogstgewicht. Ook bij de voorbehandelingen 2 dagen 25°C of 30°C en bij de nabehandelingen 4 dagen 15°C of 20°C werd geen verschil in oogstgewicht gevonden.

### **5.8.2 Discussie en conclusie Centaurea**

Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C veroorzaakte geen schade aan *Centaurea dealbata* 'Steenbergii'. Hierdoor is niet duidelijk of de toegepaste voor- en nabehandelingen de schade door een warmwaterbehandeling kunnen beperken. Er is geen negatief effect van de voor- en nabehandelingen vastgesteld.

## **5.9 GERANIUM**

### **5.9.1 Resultaten**

In 1998 zijn er voor- en nabehandelingen uitgevoerd bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december met *Geranium* 'Johnson's Blue'. Na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C kwamen er geen planten meer op (Tabel 21). Een voorbehandeling van 1 dag 30°C bij deze warmwaterbehandeling leverde een hoger oogstgewicht op dan alleen een warmwaterbehandeling. Bij een voorbehandeling werden er wel planten geoogst, maar de behandeling was niet betrouwbaar beter dan alleen een warmwaterbehandeling. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C gaf een hoger oogstgewicht dan alleen een warmwaterbehandeling (Tabel 21).

In 1999 was er geen opbrengst na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C, uitgevoerd in december. Een voorbehandeling van 2 dagen 25°C gaf een opbrengstverhoging. Ook beide nabehandelingen (4 dagen 20°C of 4 dagen 15°C) beïnvloedden het oogstgewicht positief, hoewel het effect van de nabehandeling 4 dagen 15°C minder groot was dan 4 dagen 20°C.

De voor- en nabehandelingen in 1999 zijn ook uitgevoerd in maart bij dezelfde warmwaterbehandeling (1 uur 43½°C). De warmwaterbehandeling op dit tijdstip veroorzaakte geen schade in oogstgewicht. Een voorbehandeling van 2 dagen 25°C bij deze warmwaterbehandeling veroorzaakte enige schade. De overige voor- en nabehandelingen (zie bij tijdstip december) hadden geen invloed op het oogstgewicht. Aanvankelijk vertoonde een nabehandeling van 4 dagen 20°C wel een betere gewasstand dan alleen een warmwaterbehandeling. Dit komt echter niet tot uitdrukking in het oogstgewicht.

In 2000 gaf een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C zware schade aan het gewas. Tijdens het groeiseizoen was bij de voor- of nabehandelingen een verbeterde gewasstand te zien. Dit kwam alleen bij de nabehandeling van 4 dagen 20°C tot uitdrukking in een betrouwbaar hoger oogstgewicht. Daarnaast zijn in 2000 bij *Geranium* combinaties van veelbelovende voor- en nabehandelingen uitgevoerd (Tabel 21). Bij beide combinaties werd een oogstgewicht behaald, dat gelijk was aan dat van onbehandelde planten.

**Tabel 21.** Het oogstgewicht van Geranium 'Johnson's Blue' onder invloed van voor- en nabehandelingen in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C, uitgevoerd in december (2000).

Behandeling	Oogstgewicht (g)		
	1998	1999	2000
onbehandeld	6173	6148	2765
1 uur 43½°C (december)	0	0	737
1 dag 30°C + 1 uur 43½°C	2418	-	-
2 dagen 30°C + 1 uur 43½°C	1478	-	-
2 dagen 25°C + 1 uur 43½°C	-	2148	1057
1 uur 43½°C + 4 dagen 20°C	3718	3620	1592
1 uur 43½°C + 4 dagen 15°C	-	2142	940
2 dagen 25°C + 1 uur 43½°C + 4 dagen 20°C	-	-	2861
2 dagen 25°C + 1 uur 43½°C + 4 dagen 15°C	-	-	2720

-.: niet uitgevoerd  
 LSD (Least Significant Difference) = 2018 (1998), 907 (1999) en 732 (2000). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 5.9.2 Discussie en conclusie Geranium

Voorbehandelingen van 1 of 2 dagen 30°C of 2 dagen 25°C in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december zijn in staat om de warmtetolerantie van Geranium 'Johnson's Blue' positief te beïnvloeden. In 1998 bleek dat een voorbehandeling van 1 dag 30°C beter was dan 2 dagen 30°C. Dit is slechts een eenjarig resultaat en daarom niet volledig betrouwbaar. De oorzaak van het verschil is niet bekend. Mogelijk zijn de planten te actief en daardoor gevoeliger voor een warmwaterbehandeling. Een andere mogelijkheid is dat de bewaring bij 30°C niet optimaal is, waardoor planten bijvoorbeeld uitdrogen met als mogelijk gevolg dat 1 dag 30°C een beter resultaat geeft dan 2 dagen 30°C.

Nabehandelingen van 4 dagen 15°C of 20°C in combinatie met een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december gaven in alle gevallen een verbetering ten opzichte van alleen een warmwaterbehandeling. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C is daarbij effectiever dan een nabehandeling van 4 dagen 15°C.

In 2000 is voor het eerst een combinatie van een voorbehandeling, een warmwaterbehandeling en een nabehandeling toegepast. Deze combinaties bleken in staat om de schade door de warmwaterbehandeling volledig te reduceren. Deze methode is veelbelovend voor de toekomst.

## 5.10 PHLOX

### 5.10.1 Resultaten

In 1998 is een kleine proef uitgevoerd met plantgoed van Phlox 'Bright Eyes'. Er zijn een voorbehandeling en een nabehandeling uitgevoerd in combinatie met een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C, in december (voor de bewaring). Zowel de voorbehandeling van 1 dag 30°C als de nabehandeling van 4 dagen 20°C gaven een beter oogstresultaat dan alleen een warmwaterbehandeling (zie Tabel 22). De voorbehandeling gaf zelfs een hoger oogstgewicht dan dat van onbehandelde planten.

**Tabel 22.** Het aantal planten en het oogstgewicht van Phlox 'Bright Eyes' onder invloed van een voor- en nabehandeling in combinatie met een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C in december (2000).

Behandeling	Aantal planten	Oogstgewicht (g)
Onbehandeld	20	1860
2 uur 43½°C (december)	15	1348
1 dag 30°C + 2 uur 43½°C	22	2614
2 uur 43½°C + 4 dagen 20°C	19	1978

LSD (Least Significant Difference) = 2 (aantal planten), 444 (oogstgewicht). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### **5.10.2 Discussie en conclusie Phlox**

Zowel een voorbehandeling van 1 dag 30°C als een nabehandeling van 4 dagen 20°C in combinatie met een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C (vóór de bewaring uitgevoerd) bij Phlox 'Bright Eyes' zijn in staat om de schade te verminderen. Daarbij was het effect van de nabehandeling minder sterk dan dat van de voorbehandeling. De proef is echter eenmalig uitgevoerd, waardoor er geen duidelijke conclusies getrokken kunnen worden.



## **6. MOGELIJKHEDEN VOOR HET BEÏNVLOEDEN VAN WARMTETOLERANTIE: ROOITIJDS TIP**

### **6.1 INLEIDING**

Resultaten van het onderzoek naar de warmtetolerantie van vaste planten kunnen per jaar nogal verschillen. De mate van rust waarin de planten zich bevinden als de warmwaterbehandeling wordt uitgevoerd, is waarschijnlijk van belang. De planten gaan waarschijnlijk in rust onder invloed van lagere temperatuur en kortere dagen (Villiers, 1975). De verwachting is dat planten die vroeg geroid worden, en dus minder in rust zijn, meer schade oplopen bij de warmwaterbehandeling dan laat geroide planten. Misschien is de plant kunstmatig in rust te brengen door de planten enige weken te bewaren in de koelcel, voordat de warmwaterbehandeling uitgevoerd wordt.

### **6.2 ALGEMENE PROEFOPZET**

In 1998 – 2000 zijn veldproeven uitgevoerd om te bepalen wat de invloed is van het rooitijdstip en het moment van een warmwaterbehandeling op de schade aan de planten. De proeven zijn uitgevoerd met Phlox 'Fujiyama' (1998 en 1999) en Astilbe 'Europa' (1999 en 2000).

Partijen Astilbe en Phlox werden op drie tijdstippen geroid, namelijk half oktober, half november en half december. Planten van elk rooitijdstip hebben op een van drie momenten (1 week na rooien, 4 weken na rooien of vlak voor planten) een warmwaterbehandeling ondergaan. De uitgevoerde warmwaterbehandeling was voor Astilbe 'Europa' 2½ uur 43,5°C en voor Phlox 'Fujiyama' 1½ uur 43,5°C. In 1999 zijn bij Phlox alleen de rooitijdstippen half oktober en half november aangehouden.

Bij de warmwaterbehandeling werd rekening gehouden met een opwarmtijd. De planten gingen in het bad met de gewenste temperatuur. Door de relatief koude planten zakte de temperatuur van het bad. De behandeling startte op het moment dat het water weer op temperatuur was. Deze opwarmtijd bedroeg slechts enkele minuten. Na de warmwaterbehandeling werden de planten direct afgekoeld in koud water. Na licht drogen zijn de planten ingepakt in geperforeerd plastic. Als controlebehandeling werden niet behandelde planten gebruikt.

Bij een warmwaterbehandeling vóór de bewaring werden de planten na het uitvoeren van de behandelingen bewaard bij 2°C tot half januari, waarna ze ingevroren werden bij -2°C tot een week voor planten. Voor de bewaring werd gebruik gemaakt van een vulmiddel (finn peat). De planten werden standaard bewaard bij -2°C. Bij een warmwaterbehandeling in maart werden de planten een week voor de warmwaterbehandeling in maart langzaam ontdooit bij +2°C. Binnen enkele dagen na de warmwaterbehandeling werden de planten geplant.

Bij Astilbe is in 2000 tevens gekeken naar het effect van invriezen direct na de warmwaterbehandeling. Dit is uitgevoerd met planten die half november geroid zijn. De controlebehandeling werd hierbij enkele dagen na het rooien reeds ingevroren. De behandelingen 'warmwaterbehandeling 1 week na rooien' en 'warmwaterbehandeling 4 weken na rooien' werden enkele dagen na de warmwaterbehandeling ingevroren bij -2°C.

In 1998 werd het perceel niet geïnjecteerd. Uit bemonstering bleek dat geen van beide aaltjes aanwezig was. In 1999 en 2000 is het perceel in het najaar ervoor wel geïnjecteerd. De planten werden met de hand op bedden (1,5 meter) geplant. Er werden 4 rijen per bed geplant, waarbij een afstand tussen de planten in de rij van 20 cm werd aangehouden. Tussen de veldjes werd een afstand van 60 cm aangehouden. De proeven werden per herhaling geblokt, waarbinnen de behandelingen werden gewaard. Na het planten (maart/april) werd het perceel afgespoten met papiercellulose als stuifbestrijding. In november werden de planten gelicht en vervolgens met de hand geroid.

Tijdens het seizoen werd beoordeeld op de snelheid van opkomst van planten en op de lengte van de bloemen. Na het rooien werd beoordeeld op oogstgewicht per veldje, het aantal planten per veldje en het aantal neuzen per veldje (Astilbe).

De proeven werden uitgevoerd in drie herhalingen. De herhalingen werden uitgevoerd in verschillende warmwaterbaden. De proeven werden geanalyseerd met een variatieanalyse. In de tabellen wordt de LSD-waarde (= Least Significant Difference) vermeld. Alleen wanneer het verschil tussen twee

waarden in de betreffende tabel groter is dan of gelijk is aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

## 6.3 RESULTATEN

### 6.3.1 Phlox

In 1998 was er bij Phlox 'Fujiyama' beperkte oogstschade door de warmwaterbehandeling (1½ uur 43½°C). De schade was bij alle rooitijdstippen en behandelmomenten gelijk. In 1999 is de proef herhaald met de rooitijdstippen oktober en december. Bij het rooitijdstip oktober is alleen schade gevonden bij het tijdstip 'warmwaterbehandeling 4 weken na rooien'. Bij de overige behandelmomenten bij dit rooitijdstip is er geen schade in oogstgewicht waargenomen. Bij het rooitijdstip december is bij geen van de behandelmomenten een opbrengstreductie waargenomen.

### 6.3.2 Astilbe

In 1999 gaf warmwaterbehandeling (2,5 uur 43½°C) van in oktober gerooide Astilbe 'Europa' op alle tijdstippen grote schade. Uitvoering van de warmwaterbehandeling voor de bewaring (1 of 4 weken na het rooien) bij dit rooitijdstip had tot gevolg dat er geen of weinig planten opkwamen. Astilbes die in november gerooid zijn, blijken minder gevoelig voor een warmwaterbehandeling. Een warmwaterbehandeling 1 week na het rooien gaf nog forse schade. Een warmwaterbehandeling 4 weken na het rooien gaf geen zichtbare schade, terwijl bij uitvoering van de warmwaterbehandeling vlak voor het planten wel enige schade ontstond.

Bij het rooitijdstip december bleek de minste schade door de warmwaterbehandeling op te treden. Bij dit rooitijdstip was er weinig verschil tussen de behandelmomenten. Bij het rooitijdstip december en behandelmoment 'vlak voor het planten' was er geen betrouwbaar verschil tussen wel en geen warmwaterbehandeling.

De resultaten van 2000 (Tabel 23) komen grotendeels overeen met die van 1999. Er was een duidelijk verschil bij het rooitijdstip november met de warmwaterbehandeling 1 week na rooien. In 1999 werd er zware schade bij deze behandeling gevonden; in 2000 werd er nauwelijks schade gevonden bij die behandeling.

In 2000 is bij het rooitijdstip november oriënterend een vergelijking gemaakt tussen invriezen in januari (standaard) en invriezen na twee dagen na de warmwaterbehandeling. Er werden geen significante verschillen aangetroffen tussen deze behandelingen.

**Tabel 23.** Het oogstgewicht en het aantal planten van Astilbe 'Europa' onder invloed van rooitijdstip en behandelmoment van warmwaterbehandeling (2,5 uur 43½°C) (2000).

Rooitijdstip	Behandelmoment ww	Oogstgewicht (g)	Aantal planten
oktober	geen	6765	20,0
oktober	1 week na rooien	1858	10,7
oktober	4 weken na rooien	169	0,7
oktober	vlak voor planten	6793	20,0
november	geen	6355	20,0
november	1 week na rooien	5664	17,3
november	4 weken na rooien	5513	16,3
november	vlak voor planten	6598	19,3
december	geen	6593	19,7
december	1 week na rooien	6682	19,3
december	4 weken na rooien	6353	18,7
december	vlak voor planten	7189	20,0
november	geen (direct in -2°C)	6264	20,0
november	1 week na rooien (direct in -2°C)	4673	17,3
november	4 weken na rooien (direct in -2°C)	4534	16,3

LSD (Least Significant Difference) = 1101 (oogstgewicht) en 3,7 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

## 6.4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Bij Phlox 'Fujiyama' zijn nauwelijks effecten van het rooitijdstip en behandelmoment vastgesteld. In 1998 zijn er geen verschillen waargenomen tussen de verschillende rooitijdstippen. In 1999 gaf een warmwaterbehandeling na het rooitijdstip december een iets beter resultaat dan na het rooitijdstip oktober. Verder gaven de kooitijdstippen van de toegepaste warmwaterbehandeling geen verschillen in oogstgewicht. Uit eerder onderzoek is gebleken dat het tijdstip van de warmwaterbehandeling voor

Phlox 'Fujiyama' wel van belang is bij zwaardere behandelingen, zoals bijvoorbeeld 2 uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . In dat geval blijkt een warmwaterbehandeling vlak voor het planten minder schade te geven dan eerder koken. Mogelijk wordt het rootijdstip belangrijker voor Phlox 'Fujiyama' bij een zwaardere warmwaterbehandeling dan de hier toegepaste  $1\frac{1}{2}$  uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ .

Het rootijdstip blijkt voor Astilbe 'Europa' een grote invloed te hebben op de uiteindelijke schade door de warmwaterbehandeling. In oktober gerooide planten, welke voor de bewaring een warmwaterbehandeling ondergingen, vertoonden grote schade. Naarmate er later gerooid werd, werd de schade door de warmwaterbehandeling minder. Een warmwaterbehandeling vlak voor het planten gaf veelal de minste of geen schade. Bij laat gerooide planten is het moment van warmwaterbehandeling minder van belang. Laat gerooide planten zijn blijkbaar beter in rust dan vroeg gerooide planten. Dit is waarschijnlijk een van de oorzaken van de soms grote verschillen in warmtetolerantie tussen jaren bij een aantal gewassen.

Het lijkt niet mogelijk om vroeg gerooide planten van Astilbe een betere warmtetolerantie te geven door ze eerst 4 weken in de koelcel ( $2^{\circ}\text{C}$ ) te bewaren en ze pas daarna een warmwaterbehandeling te geven. Vroeg gerooide planten (oktober) die eerst 4 weken bij  $+2^{\circ}\text{C}$  bewaard zijn, zijn namelijk gevoeliger voor een warmwaterbehandeling dan planten die een maand later gerooid zijn (november) en vervolgens een warmwaterbehandeling krijgen.

Er zijn geen betrouwbare verschillen gevonden tussen behandelingen die in januari werden ingevroren en behandelingen die direct na de warmwaterbehandeling werden ingevroren. Blijkbaar maakt het voor de planten niet veel uit of ze kort na de warmwaterbehandeling worden ingevroren of dat ze ca. 1 maand na de warmwaterbehandeling worden ingevroren.

## **7. MOGELIJKHEDEN TOT BEÏNVLOEDEN VAN DE WARMTETOLERANTIE: OPWARMEN WATERBAD**

### **7.1 INLEIDING**

In de praktijk wordt het waterbad met plantmateriaal voorafgaand aan de eigenlijke warmwaterbehandeling in een uur geleidelijk opgewarmd naar de gewenste eindtemperatuur. In de praktijk bestaat het idee dat deze werkwijze de planten minder gevoelig maakt voor een warmwaterbehandeling. In het onderzoek op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO) werden de planten uit praktische overwegingen direct in water van de gewenste temperatuur gelegd. Het is niet duidelijk wat voor invloed opwarmen op de planten heeft. In 1998 en 1999 zijn er diverse proeven uitgevoerd waarbij een vergelijking gemaakt werd tussen het "koken" in de praktijk en het "koken" op het LBO (zie ook voorwoord).

### **7.2 ALGEMENE PROEFOPZET**

In 1998 en 1999 werd gebruik gemaakt van plantgoed van Astilbe 'Fanal' en Paeonia 'Sarah Bernhard'. De uitgevoerde warmwaterbehandeling was 45 minuten 45°C in december. In 1999 is de proef daarnaast uitgebreid met plantgoed van Geranium 'Johnson's Blue', Phlox 'Bright Eyes' en Salvia nemorosa 'Ostfriesland', welke een warmwaterbehandeling kregen van 1 uur 43½°C in maart. In 1998 is een vergelijking gemaakt tussen een warmwaterbehandeling in de praktijk (kookbedrijf) en een warmwaterbehandeling op het LBO. Bij de warmwaterbehandeling in de praktijk werd een opwarmtijd aangehouden van 1 uur (van ca. 15°C naar 45°C). Zodra het bad op temperatuur was, ging de behandelingstijd in. Na afkoelen en ontsmetten (afkoelen in koud water met Tmtd (thiram)) zijn de planten overgebracht naar het LBO, waar ze bij 2°C werden bewaard. Bij de kookbehandeling op het LBO werden de planten direct in water van de juiste temperatuur gebracht en ging de behandelingstijd in als de temperatuur van het bad weer op gewenste hoogte was (slechts enkele minuten). De behandeling op het LBO is uitgevoerd in drie verschillende baden (3 herhalingen); de warmwaterbehandeling in de praktijk is in een keer uitgevoerd, waarna de planten verdeeld werden in 3 'herhalingen'.

In 1999 is de proef op vergelijkbare wijze uitgevoerd. Bij Astilbe en Paeonia werd een extra behandeling opgenomen met een simulatie van opwarmen in de praktijk, welke echter op het LBO werd uitgevoerd. Bij Geranium, Phlox en Salvia is een vergelijking gemaakt tussen een warmwaterbehandeling zonder of een met opwarmen, welke beide op het LBO werden uitgevoerd. In 1999 werden de planten na de warmwaterbehandeling niet ontsmet.

In beide jaren werden de planten na de warmwaterbehandeling licht gedroogd, waarna de planten zijn ingepakt in geperforeerd plastic. Als controlebehandeling werden onbehandelde planten gebruikt.

In 1998 werd het perceel niet geïnjecteerd. Uit bemonstering bleek dat geen van beide aaltjes aanwezig was. In 1999 is het perceel in het najaar ervoor wel geïnjecteerd. De planten werden met de hand op bedden (1,5 meter) geplant. Er werden 4 rijen per bed geplant, waarbij een afstand tussen de planten in de rij van 20 cm werd aangehouden. Tussen de veldjes werd een afstand van 60 cm aangehouden. De proeven werden per herhaling geblokt, waarbinnen de behandelingen werden gewaard. Na het planten (maart/april) werd het perceel afgespoten met papiercellulose als stuifbestrijding. In november werden de planten gelicht en vervolgens met de hand gerooid.

Tijdens het seizoen werd beoordeeld op de snelheid van opkomst van planten en op de lengte van de bloemen. Na het rooien werd beoordeeld op oogstgewicht per veldje, het aantal planten per veldje en het aantal neuzen per veldje (Paeonia en Astilbe).

De proeven werden uitgevoerd in drie herhalingen. De herhalingen werden uitgevoerd in verschillende warmwaterbaden. De proeven werden geanalyseerd met een variantie-analyse. In de tabellen wordt de LSD-waarde (= Least Significant Difference) vermeld. Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in de betreffende tabel groter is dan of gelijk is aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

## 7.3 RESULTATEN

### 7.3.1 Astilbe

In 1998 was er bij Astilbe 'Fanal' geen verschil in opkomst tussen de verschillende behandelingen. De behandeling 'praktijkkoken' stond er beter bij dan de behandeling 'LBO-koken'. Dit kwam ook tot uiting in de gemiddelde bloemlengte. Omdat het begingewicht verschillend was, is er ook gekeken naar de groei per veldje. Hieruit bleek dat planten na de behandeling 'praktijkkoken' niet significant minder groeiden dan planten van de controlebehandeling. Planten van de behandeling 'LBO-koken' bleven achter in groei.

In 1999 stond de behandeling 'praktijkkoken' op het veld er iets minder goed bij dan de behandelingen die op het LBO gekookt zijn (zonder en met opwarmen). De controlebehandeling vertoonde de beste gewasstand. Bij de beoordeling na het rooien zijn geen betrouwbare verschillen gevonden tussen de behandelingen in oogstgewicht, het aantal planten en aantal neuzen per veldje.

### 7.3.2 Geranium

Geranium 'Johnson's Blue' vertoonde in 1999 na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart enige achterstand in gewasstand vergeleken met de controlebehandeling. Er was daarbij geen verschil tussen wel of niet opwarmen voor de warmwaterbehandeling. Bij een vergelijking van de oogstgewichten en het aantal planten per veldje blijkt dat er aan het eind van het groeiseizoen geen verschillen meer zijn tussen de behandelingen in oogstgewicht en aantal planten.

### 7.3.3 Paeonia

Planten van Paeonia 'Sarah Bernhardt' kwamen in 1998 na een warmwaterbehandeling bij een kookbedrijf later op dan die op het LBO waren gekookt. Na het rooien bleek dat planten van de behandeling 'praktijkkoken' een lager oogstgewicht hadden dan planten van de behandeling 'LBO-koken' (tabel 24). Er waren geen betrouwbare verschillen in aantal geoogste planten en aantal neuzen.

In 1999 vertoonden planten van de controlebehandeling gemiddeld een betere gewasstand dan planten die een warmwaterbehandeling ondergaan hadden. Tussen de verschillende manieren van warmwaterbehandeling (LBO-koken met of zonder opwarmen of praktijkkoken) zijn geen verschillen gevonden in oogstgewicht, aantal planten en aantal neuzen per veldje (zie Tabel 24).

**Tabel 24.** Het oogstgewicht en het aantal planten van Paeonia 'Sarah Bernhardt' onder invloed van opwarmen van waterbad op schade door warmwaterbehandeling (45 min. 45°C in december) (1998 en 1999).

Warmwaterbehandeling	1998		1999	
	Oogstgewicht (g)	aAantal planten	Oogstgewicht (g)	Aantal planten
controle	4533	28,7	4385	28,7
LBO-koken zonder opwarmen	4545	29,3	3478	26,7
LBO-koken zonder opwarmen	-	-	3267	25,7
praktijkkoken	2810	23,7	3462	25,0

-: niet uitgevoerd

LSD (Least Significant Difference) = 1435 (oogstgewicht 1998); 9,8 (aantal planten 1998); 1364 (oogstgewicht 1999) en 6,8 (aantal planten 1999). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 7.3.4 Phlox

In 1999 vertoonden onbehandelde planten van Phlox 'Bright Eyes' een betere gewasstand dan planten die een warmwaterbehandeling (1 uur 43½°C in maart) ondergingen. Ook de bloemen van behandelde planten waren gemiddeld iets korter dan die van onbehandelde planten. Daarbij waren er geen verschillen tussen een warmwaterbehandeling zonder of met opwarmen. Bij beoordeling van de oogstgewichten en het aantal planten per veldje bleken de verschillen verdwenen te zijn. Er waren geen aantoonbare verschillen tussen wel of geen warmwaterbehandeling en ook geen verschillen tussen wel of niet opwarmen voorafgaand aan de warmwaterbehandeling.

### 7.3.5 Salvia

De proef werd uitgevoerd met Salvia nemorosa 'Ostfriesland'. Tijdens het groeiseizoen zijn geen verschillen in gewasstand waargenomen tussen de controlebehandeling en de warmwaterbehandeling op het LBO met of zonder opwarmen. Dit gold ook voor de beoordeling van het oogstgewicht en het aantal planten per veldje.

## 7.4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Bij de in 1998 uitgevoerde proeven (Astilbe en Paeonia) was er sprake van een verschillend begingewicht tussen de behandeling 'praktijkkoken' en 'LBO-koken'. Dit verschil in uitgangsmateriaal is mogelijk van invloed op de gevoeligheid voor een warmwaterbehandeling. Aan de hand van deze resultaten is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over het effect van wel of niet opwarmen voorafgaand aan de warmwaterbehandeling.

In 1999 is bij geen van de gewassen een verschil in gewasstand of opbrengst gevonden tussen wel of niet opwarmen voorafgaand aan de warmwaterbehandeling. In 1999 was er bij Astilbe, Paeonia, Phlox en Geranium alleen verschil in gewasstand tussen wel of geen warmwaterbehandeling. Deze verschillen waren verdwenen bij de beoordelingen van het oogstgewicht en het aantal planten. Bij Salvia waren ook tijdens het groeiseizoen geen verschillen in gewasstand te zien tussen de verschillende behandelingen. Er kan geconcludeerd worden dat het opwarmen geen negatief effect heeft op de opbrengst. Of het opwarmen een positief effect heeft kan niet geconcludeerd worden, omdat er geen schade is gevonden vergeleken met de controlebehandeling (warmwaterbehandeling gaf geen schade). Bij de beoordeling van de gewasstanden is bij geen van de 5 geteste gewassen waargenomen dat een warmwaterbehandeling met opwarmen een beter gewas gaf dan een warmwaterbehandeling zonder opwarmen. Dit duidt erop dat het opwarmen voorafgaand aan een warmwaterbehandeling de schade door een warmwaterbehandeling niet reduceert. Bij het koken van grote hoeveelheden plantmateriaal (zoals in de praktijk gebeurt) zal het opwarmen wel nuttig zijn, omdat de partij dan gelijkmatig verwarmd wordt tot de gewenste temperatuur. Hiermee kan men voorkomen dat de buitenkant van een partij langer gekookt wordt dan het binnenste van een partij.

## 8. OPSTELLEN PROTOCOL

### 8.1 INLEIDING

Door het grote assortiment vaste planten is van veel soorten niet bekend of ze een warmwaterbehandeling kunnen verdragen. Uit onderzoek blijkt dat er een grote variatie in warmtetolerantie is tussen soorten vaste planten en zelfs tussen cultivars van één soort. Ook het rooitijdstip kan invloed hebben op de gevoeligheid voor een warmwaterbehandeling. Met een protocol kan een teler op beperkte schaal zelf uittesten of een soort een warmwaterbehandeling zonder grote schade kan doorstaan. Een dergelijk protocol moet aan enkele voorwaarden voldoen om in de praktijk hanteerbaar te zijn:

- binnen één of twee seizoenen inzicht krijgen of een warmwaterbehandeling op een soort toegepast kan worden;
- een beperkt aantal behandelingen in de test met maximale informatie over het tolerantietraject;
- niet bewerkelijk;
- weinig kans op fouten die tot verkeerde conclusie kunnen leiden.

Het protocol is opgedeeld in twee fasen:

1. een grove screening om vast te stellen of er perspectief is voor een warmwaterbehandeling
2. afhankelijk van resultaten uit de eerste fase een gerichte test om de warmwaterbehandeling te optimaliseren.

Om snel inzicht te krijgen in perspectieven wordt fase 1 vroegtijdig in de kas uitgevoerd. In hetzelfde teeltseizoen kan dan fase 2 op het veld uitgevoerd worden.

Fase 1 zou echter ook op het veld uitgevoerd kunnen worden, maar dan is voor de totale test een seizoen extra nodig.

In 2000 zijn warmwaterbehandelingsproeven uitgevoerd met 2 warmtetolerante soorten, namelijk Astilbe en Hosta, en daarnaast met 2 weinig warmtetolerante soorten (Alchemilla en Geranium) om na te gaan of resultaten van kasproeven overeenkomen met resultaten van veldproeven.

### 8.2 PROEFOPZET

In 2000 zijn proeven uitgevoerd met plantgoed van Alchemilla mollis, Astilbe 'Peach Blossom', Geranium 'Johnson's Blue' en Hosta 'Frances Williams'. In zowel de kasproef als de veldproef werden de volgende warmwaterbehandelingen uitgevoerd: 2 uur 41°C, 1 en 2 uur 43½°C vergeleken met niet behandelde planten. Begin januari 2000 zijn de planten afgeteld, ingepakt en ingevroren bij -2°C. Na 1 maand zijn de planten voor de kasproef ontdooit bij +2°C. Na 1 week werden de verschillende warmwaterbehandelingen uitgevoerd. Vervolgens zijn de planten 3 dagen bewaard bij 2°C. Hierna werden de planten per plant opgepot in potgrond in plastic potten (3 liter) en in een kas (15°C) gezet. De kasproef werd uitgevoerd in 2 herhalingen met elk 10 planten. Gedurende 8 weken is de opkomst van de planten bijgehouden. Hierna zijn de planten beoordeeld op gewasstand, aantal bloemen (Astilbe en Hosta), bloemlengte (Astilbe), wortelkwaliteit (Alchemilla en Geranium).

De warmwaterbehandelingen voor de veldproef werden begin april 2000 uitgevoerd. Eén week hiervoor zijn de planten ontdooit bij +2°C. Enkele dagen na de warmwaterbehandeling werden de planten geplant op het veld.

In het najaar van 1999 is het perceel geïnjecteerd. De planten werden met de hand op bedden (1,5 meter) geplant. Er werden 4 rijen per bed geplant, waarbij een afstand tussen de planten in de rij van 20 cm werd aangehouden. Tussen de veldjes werd een afstand van 60 cm aangehouden. De proeven werden per herhaling geblokt, waarbinnen de behandelingen werden geward. Na het planten (april) werd het perceel afgespoten met papiercellulose als stuifbestrijding. In november werden de planten gelicht en vervolgens met de hand gerooid.

Tijdens het seizoen werd beoordeeld op de snelheid van opkomst van planten en op de lengte van de bloemen (Astilbe). Na het rooien werd beoordeeld op oogstgewicht per veldje, het aantal planten per veldje en het aantal neuzen per veldje (Astilbe).

De veldproeven werden uitgevoerd in drie herhalingen. De herhalingen werden uitgevoerd in verschillende warmwaterbaden. De proeven werden geanalyseerd met een variantie-analyse. In de tabellen wordt de LSD-waarde (= Least Significant Difference) vermeld. Alleen wanneer het verschil

tussen twee waarden in de betreffende tabel groter is dan of gelijk is aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 8.3 ASTILBE

#### 8.3.1 Resultaten

De resultaten van de kasproef staan in Tabel 25. In deze tabel is te zien dat planten die een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C kregen een licht vertraagde opkomst te zien gaven. Na 8 weken is de gewasstand van de gekookte behandelingen iets minder dan die van de controle. Het aantal bloeiende planten is nagenoeg gelijk in de behandelingen. Het aantal bloemen per plant lijkt echter toe te nemen, naarmate de warmwaterbehandeling zwaarder wordt. Verder valt op dat er nauwelijks schade is waargenomen in de bloemlengte.

In de veldproef zijn tijdens het groeiseizoen de opkomstsnelheid, het aantal bloeiende planten per veldje en de bloemlengte bepaald. Na het rooien is het aantal gerooide planten geteld en het oogstgewicht bepaald (zie Tabel 26). Hieruit blijkt dat planten van Astilbe 'Peach Blossom' in de veldproef later opkwamen, naarmate de warmwaterbehandeling zwaarder was. In het aantal bloeiende planten is geen significant verschil gevonden. De bloemlengte nam wel af naarmate de behandeling zwaarder werd. Na het rooien zijn geen verschillen gevonden in oogstgewicht en aantal planten.

**Tabel 25.** Opkomsttijd, gewasstand, het aantal bloeiende planten, het aantal bloemen per plant en de gemiddelde bloemlengte na een 8 weken durende 'teelt' in de kas (15°C) onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij Astilbe 'Peach Blossom'.

Wwb	Opkomsttijd (weken) <sup>1</sup>	Gewasstand (0-5) <sup>2</sup>	# Bloeiende planten (n=10)	# Bloemen/plant	Bloemlengte (cm)
onbehandeld	1,3	4,5	10,0	3,7	55,6
2 uur 41°C	1,1	4,1	9,5	3,3	50,2
1 uur 43½°C	1,4	4,0	9,5	4,2	47,4
2 uur 43½°C	1,8	4,1	9,5	5,1	49,0

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

**Tabel 26.** Opkomsttijd, aantal bloeiende planten, gemiddelde bloemlengte tijdens groeiseizoen en oogstgewicht en aantal planten na het rooien onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij Astilbe 'Peach Blossom' in veldproef.

Wwb	Opkomsttijd (weken) <sup>1</sup>	# Bloeiende planten (n=20)	Bloemlengte (cm)	Oogstgewicht (g)	Aantal planten (n = 20)
onbehandeld	3,1	20	55,0	7551	20,0
2 uur 41°C	4,0	20	45,3	7532	20,0
1 uur 43½°C	4,5	20	43,0	7567	20,0
2 uur 43½°C	6,5	14	37,3	7645	20,0

<sup>1</sup>: Opkomsttijd: gemiddelde tijd waarin 50% van totaal aantal opgekomen planten opkomt;

LSD (Least Significant Difference) = 1,4 (opkomsttijd), 6 (aantal bloeiende planten), 4,2 (bloemlengte), 628 (oogstgewicht) en 0 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

#### 8.3.2 Discussie en conclusie Astilbe

Wanneer de resultaten van de kasproef vergeleken worden met die van de veldproef, valt het volgende op. Planten in de veldproef kwamen in het algemeen trager op. Daarnaast werden planten die een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C ondergingen, in de veldproef sterker geremd in opkomst dan in de kasproef. In de kasproef was er nauwelijks schade door de warmwaterbehandeling in de lengte van de bloemen. In de veldproef was dit wel het geval. Een mogelijke oorzaak hiervoor is het verschil in 'teelttemperatuur'. In de kas stonden de planten 3 dagen na de warmwaterbehandeling bij 15°C. In de veldproef was de bodemtemperatuur kort na het planten veel lager. Hierdoor kan er in de kasproef sprake zijn van een soort nabehandelingseffect.

Bij zowel de kasproef als de veldproef kan gesteld worden dat Astilbe 'Peach Blossom' een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C goed kan verdragen. Daarmee komen de resultaten van de kas- en veldproef goed overeen. Een verschil in resultaat tussen beide proeven is de bloemlengte van de planten na deze warmwaterbehandeling.



8.4 HOSTA

8.4.1 Resultaten

In de kasproef (Tabel 27) kwamen de planten sneller op bij de twee zwaarst toegepaste warmwaterbehandelingen (1 en 2 uur 43½°C). Na acht weken was er geen verschil in gewasstand, terwijl er in alle behandelingen nauwelijks bloemen gevormd werden. In deze kasproef werd geen schade gevonden na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C.

In de veldproef (Tabel 28) zijn geen verschillen gevonden in opkomsttijd, gewasstand, oogstgewicht en aantal planten bij de verschillende behandelingen. Dit houdt in dat de toegepaste warmwaterbehandelingen geen schade aan de planten hebben veroorzaakt.

Tabel 27. Opkomsttijd, gewasstand en aantal bloeiende planten na een 8 weken durende 'teelt' in de kas (15°C) onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij Hosta 'Frances Williams'.

Wwb	Opkomsttijd (weken)	Gewasstand (0-5)	# Bloeiende planten (n=10)
onbehandeld	2,2	4,4	1
2 uur 41°C	1,8	4,4	2
1 uur 43½°C	1,4	4,5	3
2 uur 43½°C	1,5	4,6	1

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

Tabel 28. Opkomsttijd, gewasstand tijdens groeiseizoen (31-7-2000) en oogstgewicht en aantal planten na het rooien onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij Hosta 'Frances Williams' in veldproef.

Wwb	Opkomsttijd (weken)	Gewasstand (0-5) <sup>2</sup>	Oogstgewicht (g)	Aantal planten (n = 20)
onbehandeld	5,1	5,0	3048	19,7
2 uur 41°C	4,1	5,0	3802	19,7
1 uur 43½°C	5,7	5,0	3884	19,7
2 uur 43½°C	5,9	5,0	3244	18,7

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

LSD (Least Significant Difference) = 1,9 (opkomsttijd), 628 (oogstgewicht) en 0,0 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

8.4.2 Discussie en conclusie Hosta

In de kasproef kwamen de planten sneller op dan in de veldproef. Daarnaast kwamen in de kasproef de planten, die een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 43½°C ondergingen, iets sneller op dan onbehandelde planten. Dit was niet het geval in de veldproef.

In zowel de kasproef als de veldproef is geen schade geconstateerd door de warmwaterbehandelingen. Daarmee geeft de kasproef een goed beeld van de warmtetolerantie van Hosta 'Frances Williams'.

8.5 ALCHEMILLA

8.5.1 Resultaten

In de kasproef met Alchemilla mollis zijn de opkomstsnelheid, gewasstand en wortelkwaliteit beoordeeld.

Tabel 29 geeft aan dat er na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C enige vertraging van de opkomst waargenomen is. Deze vertraging was groter bij de zwaardere warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C. De gewasstand en de wortelkwaliteit van de onbehandelde planten na 8 weken waren maar matig. De gewasstand en de wortelkwaliteit werden nog slechter na een warmwaterbehandeling. Bij de warmwaterbehandelingen 1 en 2 uur 43½°C was er sprake van uitval van planten. De wel opgekomen planten groeiden slecht en vormden moeilijk wortels. Op basis van de gewasstand en het wortelcijfer mag geconcludeerd worden dat er zware schade was na de warmwaterbehandelingen 1 en 2 uur 43½°C.

In de veldproef zijn tijdens het groeiseizoen de opkomstsnelheid en de gewasstand bepaald (11 september 2000). Na het rooien is het aantal gerooide planten geteld en het oogstgewicht bepaald.

Volgens Tabel 30 ontstond in de veldproef met *Alchemilla mollis* geen schade na een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C. Hoewel de opkomst trager was en het oogstgewicht en het aantal geoogste planten lager lagen, was dit niet significant. De gewasstand was ook slechter; er trad lichte schade op. Het effect van een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C was wel duidelijk merkbaar. De opkomst verliep trager. Verder was er een slechtere gewasstand, een lager oogstgewicht en werden er minder planten geoogst. Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C was er zeer zware schade. Geen van de planten kwam op.

**Tabel 29.** Opkomsttijd, gewasstand en wortelkwaliteit na een 8 weken durende 'teelt' in de kas (15°C) onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij *Alchemilla mollis*.

Wwb	Opkomsttijd (weken) <sup>1</sup>	Aantal opgekomen planten (n=10)	Gewasstand (0-5) <sup>2</sup>	Wortelcijfer (0-5) <sup>3</sup>
onbehandeld	1,3	9,0	3,6	3,0
2 uur 41°C	1,3	9,0	2,5	1,6
1 uur 43½°C	2,4	7,0	1,1	0,5
2 uur 43½°C	4,0	5,5	0,6	0,4

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

<sup>3</sup>: wortelcijfer (0-5): 0 = geen wortels, 5 = goed en groot wortelgestel

**Tabel 30.** Opkomsttijd, gewasstand tijdens groeiseizoen (11-9-2000) en oogstgewicht en aantal planten na het rooien onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij *Alchemilla mollis* in veldproef.

Wwb	Opkomsttijd * (weken) <sup>1</sup>	Gewasstand ** (0-5) <sup>2</sup>	Oogstgewicht (g)	Aantal planten (n=20)
onbehandeld	3,3	5,0	4501	19,7
2 uur 41°C	3,6	4,0	3401	17,0
1 uur 43½°C	4,3	3,0	2334	11,3
2 uur 43½°C	-	0,0	0	0,0

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

LSD (Least Significant Difference) = 0,6 (opkomsttijd), 1114 (oogstgewicht) en 5,9 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 8.5.2 Discussie en conclusie *Alchemilla*

In de kasproef kwamen de resultaten van de gewasstand goed overeen met die van de wortelkwaliteit. Bij toepassing van het protocol in de praktijk hoeft de wortelkwaliteit dus niet bepaald te worden. De resultaten van de veldproef komen behoorlijk goed overeen met die van de kasproef. In beide proeven ontstond forse schade na een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C. In de veldproef kwamen er geen planten meer op na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C. Dit was nog wel het geval in de kasproef. Er was in deze behandeling een grote uitval; verder hadden de nog levende planten een zeer slecht wortelgestel, waardoor ze waarschijnlijk later alsnog zouden uitvallen.

## 8.6 GERANIUM

In de kasproef was de opkomst van de planten na een warmwaterbehandeling vertraagd (Tabel 31). Naarmate de warmwaterbehandeling zwaarder was, was de opkomst sterker vertraagd. De gewasstand en de wortelkwaliteit waren ook slechter na een warmwaterbehandeling. Bij de warmwaterbehandeling 2 uur 43½°C vielen veel planten na opkomst weg. De wel opgekomen planten in deze behandeling groeiden slecht en vormden nauwelijks wortels. Op basis van de gewasstand en de wortelkwaliteit kan worden geconcludeerd dat er zware schade was na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C.

De planten in de kasproef vertoonden een andere groeiwijze dan de planten in veldproef. De kasplanten maakten enkele lange stengels met daaraan verspreid over de stengel de bladeren/bloemen. Op het veld maakten de planten veel korte bladstelen met aan het eind de bladeren.

In de veldproef zijn tijdens het groeiseizoen de opkomstsnelheid, en de gewasstand bepaald. Na het rooien is het aantal gerooide planten geteld en het oogstgewicht bepaald. In Tabel 32 is te zien dat er geen betrouwbare verschillen in opkomst, oogstgewicht en aantal planten zijn gevonden tussen onbehandelde planten en planten die een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C ondergingen. De

cijfers van gewasstand geven aan dat er toch enige schade is ontstaan bij de warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C. Geen van de planten heeft een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C overleefd.

**Tabel 31.** Opkomsttijd, gewasstand en wortelkwaliteit na een 8 weken durende ‘teelt’ in de kas (15°C) onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij Geranium ‘Johnson’s Blue’.

Wwb	Opkomsttijd (weken)	Aantal opgekomen planten (n=10)	Gewasstand (0-5) <sup>2</sup>	Wortelcijfer (0-5) <sup>3</sup>
onbehandeld	0,9	9,5	4,1	4,0
2 uur 41°C	1,5	9,0	3,3	3,7
1 uur 43½°C	2,1	7,5	2,4	3,0
2 uur 43½°C	6,1	2,0	0,4	0,7

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

<sup>3</sup>: wortelcijfer (0-5): 0 = geen wortels, 5 = goed en groot wortelgestel

**Tabel 32.** Opkomsttijd, gewasstand tijdens groeiseizoen (31-7-2000) en oogstgewicht en aantal planten na het rooien onder invloed van diverse warmwaterbehandelingen bij Geranium ‘Johnson’s Blue’ in veldproef.

Wwb	Opkomsttijd (weken)	Gewasstand <sup>2</sup> (0-5)	Oogstgewicht (g)	Aantal planten (n=20)
onbehandeld	2,7	5,0	2757	19,3
2 uur 41°C	3,3	3,3	1806	13,7
1 uur 43½°C	4,6	2,5	1843	14,7
2 uur 43½°C	-	0,0	0	0,0

<sup>1</sup>: gemiddelde tijd waarin de planten opkomen.

<sup>2</sup>: gewasstand (0-5): 0 = geen gewas, 5 = goed en vol gewas.

LSD (Least Significant Difference) = 2,3 (opkomsttijd), 1107 (oogstgewicht) en 7,2 (aantal planten). Alleen wanneer het verschil tussen twee waarden in het betreffende deel van de tabel groter is dan of gelijk aan de LSD-waarde, is het verschil betrouwbaar (95% betrouwbaarheid).

### 8.6.2 Discussie en conclusie Geranium

De resultaten van de kasproef komen goed overeen met die van de veldproef. Bij de warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C kwamen in de kasproef wel enkele planten op, maar in de veldproef niet. In de veldproef werden aan het eind van het groeiseizoen geen betrouwbare verschillen waargenomen tussen onbehandelde planten en planten die een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C ondergingen. Tijdens het groeiseizoen werd wel schade waargenomen in opkomsttijd en gewasstand. In de kasproef werd een vergelijkbare schade waargenomen bij deze warmwaterbehandeling. Uit beide proeven kan dezelfde conclusie getrokken worden over de warmtetolerantie van Geranium ‘Johnson’s Blue’.

## 8.7 ALGEMENE DISCUSSIE EN CONCLUSIE

In het algemeen gaf de kasproef een redelijk goed beeld van de warmtetolerantie, zoals die gevonden werd in de veldproef. Astilbe en Hosta waren zowel in de kas- als de veldproef zeer warmtetolerant. Alchemilla en Geranium waren in beide proeven matig warmtetolerant. De opkomst was bij alle vier gewassen in de kas sneller dan op het veld. Bij de minder warmtetolerante gewassen als Alchemilla en Geranium kwam ook bij de zwaardere behandelingen een (groot) deel van de planten op, die vervolgens slecht groeiden. In de veldproef kwamen de planten bij deze behandelingen niet op. Daarom is het belangrijk bij uitvoering van het protocol niet alleen te letten op het aantal opgekomen planten, maar ook op de gewasgroei van de verschillende behandelingen.

De kasproef kan goed gebruikt worden om snel een globaal inzicht te krijgen in de warmtetolerantie van een gewas. Door vroeg in het seizoen (begin februari) een kasproef uit te voeren met enkele warmwaterbehandelingen, kan tijdens het daarop volgende teeltseizoen op het veld een optimalisatie plaats vinden. Hiermee kan binnen een jaar inzicht verkregen worden of een warmwaterbehandeling op een soort toegepast kan worden.

Om tot een goed resultaat te komen, dient voorafgaand aan de kasproef in de koudebehoefte van de planten te zijn voorzien.

Deze proeven zijn basis geweest voor de formulering van het protocol dat door iedere kweker kan worden gebruikt om de warmtetolerantie van een gewas of soort of cultivar te bepalen. Het protocol is in februari 2001 verzonden aan alle vasteplantenkwekers geregistreerd bij de NAK-Tuinbouw. Achter in dit rapport is een zwart-wit versie van het protocol ingesloten.

## 9. ALGEMENE DISCUSSIE EN CONCLUSIE

### 9.1 AALTJESBESTRIJDING

Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*) kunnen goed bestreden worden met een warmwaterbehandeling. Het tijdstip van de warmwaterbehandeling is van belang voor het bestrijdend effect van de warmwaterbehandeling. Een warmwaterbehandeling in december (vóór de bewaring) geeft een betere bestrijding van het wortelknobbelaaltje dan een warmwaterbehandeling in maart (vlak voor het planten). Dit resultaat werd al gesuggereerd in eerder onderzoek (Van der Meij, 1998) en werd bevestigd in het vervolgonderzoek. Naast het tijdstip van warmwaterbehandeling kan ook de bewaring van de vaste planten een rol spelen in de bestrijding van het wortelknobbelaaltje. Bewaring van vaste planten bij  $-2^{\circ}\text{C}$  gaf een betere bestrijding van het wortelknobbelaaltje dan bewaring bij  $+\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  of  $-\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . Er is geen verschil in bestrijding aangetoond tussen bewaring bij  $-2^{\circ}\text{C}$  en  $-1^{\circ}\text{C}$ . De bestrijding in de bewaring bij  $-2^{\circ}\text{C}$  was in geen van de proeven volledig. Deze bewaring kan gecombineerd met een warmwaterbehandeling een effectievere bestrijding van het wortelknobbelaaltje geven.

Een warmwaterbehandeling kan, afhankelijk van de zwaarte, veel schade veroorzaken aan vaste planten. In het eerste project (Van der Meij, 1998) bleken er perspectieven voor cultuurskoken. Bij cultuurskoken wordt jaarlijks een lichte warmwaterbehandeling uitgevoerd, waarbij de aaltjespopulatie niet voor 100 % bestreden wordt, maar wel wordt onderdrukt. Bij zo'n lichte behandeling is de overleving van de planten veel beter.

Het aantal aaltjes werd na een eenmalige warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  of  $\frac{1}{2}$  uur  $45^{\circ}\text{C}$  sterk tot zeer sterk gereduceerd. In de nateelt van deze behandelingen werd na verloop van tijd weer aantasting gevonden. Door de warmwaterbehandeling jaarlijks te herhalen, werd de aantasting op een zeer laag niveau gehouden.

Cultuurskoken met 2 uur  $41^{\circ}\text{C}$  tegen wortelknobbelaaltjes biedt alleen perspectieven bij een lage beginaantasting van het plantmateriaal. Bij deze cultuurskookbehandeling vindt jaarlijks enige bestrijding plaats van het wortelknobbelaaltje. Door direct bij een lichte beginaantasting te beginnen met deze cultuurskookbehandeling, krijgt een beginnend aaltjesprobleem niet de kans om uit te groeien. Cultuurskoken met 1 uur  $41^{\circ}\text{C}$  is niet mogelijk, want deze warmwaterbehandeling geeft geen bestrijding van het wortelknobbelaaltje.

Uitgevoerde voor- en nabehandelingen bij een warmwaterbehandeling kunnen de schade aan de planten beperken, zonder dat deze invloed lijken te hebben op de bestrijding van het wortelknobbelaaltje. Er werd geen duidelijke toe- of afname gevonden van de aantasting na toepassing van deze voor- en nabehandelingen bij een warmwaterbehandeling. Een mogelijke uitzondering hierop vormt een voorbehandeling van 1 dag  $30^{\circ}\text{C}$ . Bij deze behandeling werden aaltjes slechter bestreden. Dit zou nog nader onderzocht moeten worden.

Wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) zijn moeilijker te bestrijden met een warmwaterbehandeling dan wortelknobbelaaltjes. Een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur  $41^{\circ}\text{C}$ , 1 of 2 uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  of  $\frac{1}{2}$  uur  $45^{\circ}\text{C}$  was onvoldoende om wortellesieaaltjes volledig te bestrijden. Er trad wel een flinke reductie van het aantal aaltjes op ten opzichte van onbehandelde planten. Er werd geen verschil in bestrijding aangetoond bij uitvoering van de warmwaterbehandeling in december (voor de bewaring) of in maart (na de bewaring). De in de proeven gebruikte warmwaterbehandeling was waarschijnlijk te licht om het effect aan te tonen. Een bewaring van vaste planten bij  $-2^{\circ}\text{C}$  gaf geen betere bestrijding van het wortellesie-aaltje dan een bewaring bij  $+\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  of  $-\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . Dit is tegenstrijdig met literatuurgegevens (Conijn, 1996), waarin wel melding wordt gemaakt van doding van wortellesieaaltjes door invriezen.

Cultuurskoken is een goede mogelijkheid om een aantasting door het wortellesie-aaltje op een laag niveau te krijgen en te houden. Hoe zwaarder de cultuurskookbehandeling, des te sneller wordt de aantasting teruggedrongen. Bij driejarige cultuurskookbehandelingen van 1 of 2 uur  $43\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  is de aantasting door het wortellesie-aaltje tot een laag niveau gedaald. Na drie jaar cultuurskoken met 2 uur  $41^{\circ}\text{C}$  is er een behoorlijke reductie van het aantal wortellesieaaltjes. Het aantal overgebleven aaltjes is echter nog zo groot, dat in het geval van het niet voortzetten van de cultuurskookbehandeling het probleem weer snel groter wordt. Deze cultuurskookbehandeling is niet geschikt om een zware aantasting door het wortellesie-aaltje naar een laag niveau terug te brengen. Wel kan deze behandeling ingezet worden bij een lage beginaantasting, waarmee voorkomen wordt dat het

aaltjesprobleem zich (snel) uitbreidt. Cultuurkoken met 1 uur 41°C is niet mogelijk, want deze warmwaterbehandeling geeft geen bestrijding van wortellesieaaltjes.

## 9.2 WARMTETOLERANTIE PLANTEN

Naast de letale temperatuur en tijdsduurcombinaties van beide wortelaaltjes is het ook van belang te weten welke warmwaterbehandelingen vaste planten kunnen verdragen. Het tijdstip waarop de behandeling plaatsvindt is van groot belang voor de uiteindelijke schade aan de planten. In bijna alle proeven is gebleken dat een warmwaterbehandeling in maart (vlak voor het planten) minder schade veroorzaakt dan diezelfde warmwaterbehandeling in december (voor de bewaring). Omdat bewaring rondom de warmwaterbehandeling van invloed zou kunnen zijn, wordt de gevolgde werkwijze, waarbij de resultaten zijn behaald, kort beschreven. Bij een warmwaterbehandeling in december (voor de bewaring) werden de planten tot aan de warmwaterbehandeling bewaard bij 2 °C. Direct na de warmwaterbehandeling werden de planten afgekoeld in koud water. De planten werden enkele dagen bij 2 °C gezet, waarna de planten werden ingevroren (indien daarvoor geschikt). Bij een warmwaterbehandeling in maart werden de planten, indien ingevroren, een week voorafgaand aan de warmwaterbehandeling ontdooid bij 2 °C. Na de warmwaterbehandeling werden de planten direct afgekoeld in koud water en werden de planten binnen enkele dagen geplant. Tussentijds werden de planten bij 2 °C bewaard.

Een warmwaterbehandeling aan *Aconitum* van 1 uur 43½°C in maart is goed mogelijk. Wel kan de bloemlengte na deze warmwaterbehandeling korter zijn en kunnen er minder leverbare knollen gevormd worden. Bij een zwaardere warmwaterbehandeling of uitvoering in december neemt de kans op schade toe.

*Anemone hybrida* 'Pamina' en *Astrantia major* 'Rubra' zijn planten die zeer gevoelig zijn voor een warmwaterbehandeling. Bij *Anemone* kan er schade optreden na een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C in maart. Bij *Astrantia* veroorzaakt een warmwaterbehandeling van 1 uur 41°C zware schade. Daarmee zijn er weinig mogelijkheden om een warmwaterbehandeling in te zetten bij *Astrantia*.

Bij *Centaurea dealbata* 'Steenbergii' en *Cimicifuga racemosa* zijn alleen warmwaterbehandelingen in maart uitgevoerd. Een warmwaterbehandeling van 2 uur 41°C werd door beide soorten goed verdragen. Zwaardere warmwaterbehandelingen konden lichte tot zware schade veroorzaken.

*Geranium* 'Johnson's Blue' is in december gevoeliger voor een warmwaterbehandeling dan in maart. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december veroorzaakte zware schade. Bij uitvoering van deze warmwaterbehandeling in maart werd nauwelijks schade gevonden.

De geteste *Hosta*-soorten bleken zeer warmtetolerant. Het behandelingstijdstip speelt pas een rol bij zware warmwaterbehandelingen (bijv. 2 uur 43½°C). Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december of 2 uur 43½°C in maart kan enige schade aan *Hosta* 'Frances Williams' veroorzaken. *Hosta tardiana* 'Halcyon' blijkt warmtetoleranter dan *Hosta* 'Frances Williams'. Een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C kan zonder grote problemen worden uitgevoerd in december of maart.

Hieruit blijkt dat er zelfs tussen cultivars van één soort verschillen kunnen optreden in warmtetolerantie. Het is daarom noodzakelijk om elke cultivar, met de beschikbare inzichten uit het onderzoek, eerst op kleine schaal te testen, voordat grote hoeveelheden tegelijk een warmwaterbehandeling krijgen.

Ook voor *Ligularia* 'Przewalskil' is het tijdstip van warmwaterbehandeling van belang. Een warmwaterbehandeling in december geeft meer schade dan dezelfde warmwaterbehandeling in maart. Bij uitvoering van de warmwaterbehandeling in maart kan *Ligularia* een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C verdragen. Na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C ontstond er zware schade aan de planten.

*Paeonia chinensis* 'Sarah Bernhardt' blijkt zeer warmtetolerant. In geen van de proeven werd schade gevonden na een warmwaterbehandeling van 2 uur 43½°C of 1 uur 45°C. Daarbij maakt het niet uit of de warmwaterbehandeling in december of in maart wordt uitgevoerd. Ook een

warmwaterbehandeling van 3 uur 43½°C of 1½ 45°C in maart is mogelijk. Bij uitvoering van deze warmwaterbehandeling in december wordt de kans op schade groter.

**Pulmonaria saccharata 'Dora Bielefeld'** is goed bestand tegen een warmwaterbehandeling van 1 of 2 uur 41°C in maart. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart is niet zonder risico. Het tijdstip lijkt van invloed, een behandeling in maart geeft minder schade dan die in december.

Een warmwaterbehandeling in december veroorzaakte bij **Salvia nemorosa 'Ostfriesland'** een lager oogstgewicht dan diezelfde behandeling in maart. Dit verschil in tijdstippen trad alleen op bij de zwaarste behandelingen (1 en 2 uur 43½°C en ½ uur 45°C). Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C of ½ uur 45°C in maart veroorzaakte in beide jaren geen schade. Werd deze warmwaterbehandeling in december uitgevoerd of verzaamd (2 uur 43½°C), neemt de kans op schade toe.

### 9.3 BEÏNVLOEDEN WARMTETOLERANTIE PLANTEN

#### 9.3.1 Toepassing van voor- en nabehandelingen

Voor- en nabehandelingen rond een warmwaterbehandeling kunnen de schade door de warmwaterbehandeling verminderen. Bij alle onderzochte gewassen zijn er positieve resultaten bereikt met één of meer voor- en nabehandelingen. De schade aan de planten door een warmwaterbehandeling kon hiermee in het algemeen fors gereduceerd worden. De optimale voor- en/of nabehandeling is echter per soort verschillend.

Bij **Aconitum napellus** werkten de voorbehandelingen 1 of 2 dagen 30°C bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in december schadeverminderend. De schade werd niet volledig gereduceerd. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C had geen invloed op de schade door de warmwaterbehandeling.

Schade aan **Alchemilla mollis** door een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart werd beperkt door een voorbehandeling van 2 dagen 25 of 30°C. Een voorbehandeling van 1 dag 30°C had geen effect. Het resultaat van een nabehandeling van 4 dagen 20°C was wisselend. Een nabehandeling van 4 dagen 15°C werkte wel positief. Combinatie van een voorbehandeling van 2 dagen 30°C én een nabehandeling van 4 dagen 15°C werkte verder schadeverminderend.

De nabehandelingen van 4 dagen 15°C of 20°C bij een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C in maart van **Anemone hybrida 'Pamina'** hadden een positief effect op het oogstgewicht. De uitgevoerde voorbehandelingen (2 dagen 25°C of 30°C) lijken geen invloed te hebben op de schade door een warmwaterbehandeling. Deze resultaten moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden, want de proef is slechts één jaar uitgevoerd.

**Astilbe 'Peach Blossom'** vertoonde minder schade door de warmwaterbehandeling (3 uur 43½°C in december) bij toepassing van voor- en nabehandelingen. Een voorbehandeling van 2 dagen 30°C had een positief effect op het oogstgewicht. Bij een voorbehandeling van 2 dagen 25°C werd dit niet aangetoond. Een nabehandeling van 4 dagen 20°C werkte niet alle jaren schadeverminderend. Combinaties van schadeverminderende voor- en nabehandelingen lijken de schade door een warmwaterbehandeling verder te kunnen beperken dan alleen een voor- of nabehandeling.

Bij **Astrantia major 'Rubra'** werd de schade door een warmwaterbehandeling (1 uur 41°C in maart) beperkt door de nabehandelingen 4 dagen 15°C of 20°C. Een voorbehandeling van 2 dagen 30°C gaf geen verbetering in oogstgewicht.

Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43½°C veroorzaakte geen schade aan **Centaurea dealbata 'Steenbergii'**. Hierdoor is niet duidelijk of de toegepaste voor- en nabehandelingen de schade door een warmwaterbehandeling kunnen beperken. Er is ook geen negatief effect van de voor- en nabehandelingen vastgesteld.

Voorbehandelingen van 1 of 2 dagen 30°C of 2 dagen 25°C beïnvloeden de warmtetolerantie van **Geranium 'Johnson's Blue'** positief. Ook de nabehandelingen 4 dagen 15°C of 20°C gaven in alle gevallen een verhoging van het oogstgewicht t.o.v. alleen een ww. Combinaties van de voorbehandeling 2 dagen 25°C met de nabehandelingen 4 dagen 15°C of 20°C bleken in staat om de

schade door de warmwaterbehandeling verder te reduceren dan alleen een voor- of nabehandeling. Het toepassen van combinaties van voor- en nabehandelingen is één jaar uitgevoerd. Voor meer zekerheid zou het experiment herhaald moeten worden.

**Phlox 'Bright Eyes'** vertoonde minder schade na een warmwaterbehandeling, waarbij een voorbehandeling van 1 dag 30°C of een nabehandeling van 3 dagen 20°C werd toegepast. Deze proef is eenmaal uitgevoerd, zodat geen harde conclusies getrokken kunnen worden.

In enkele gevallen werd extra schade veroorzaakt door een nabehandeling. Dit effect bleek echter niet alle jaren voor te komen. De oorzaak hiervan kan wellicht gezocht worden in de omstandigheden tijdens de nabehandeling. Factoren als vochtigheid van plantmateriaal verpakking tijdens nabehandeling zouden hierbij een rol kunnen spelen.

### **9.3.2 Invloed van rooitijdstip**

Ook het rooitijdstip van vaste planten kan invloed hebben op de warmtetolerantie van planten. Dit is aangetoond bij Astilbe 'Europa'. Koken van in oktober gerooiden planten resulteerde op elk tijdstip in schade. Naarmate er later gerooid werd, was de schade door de warmwaterbehandeling minder. Een warmwaterbehandeling vlak voor het planten gaf veelal de minste of geen schade. Bij laat gerooiden planten is het moment van warmwaterbehandeling minder van belang. Laat gerooiden planten zijn blijkbaar beter in rust dan vroeg gerooiden planten. Het lijkt niet mogelijk om vroeg gerooiden planten een betere warmtetolerantie te geven door ze eerst vier weken in de koelcel te bewaren en ze pas daarna een warmwaterbehandeling te geven. Vroeg gerooiden planten die eerst vier weken bij +2°C werden bewaard, zijn namelijk gevoeliger voor een warmwaterbehandeling dan planten die een maand later gerooid werden.

Bij Phlox 'Fujiyama' lijkt het rooitijdstip minder invloed te hebben op de warmtetolerantie. Er werd geen duidelijk effect gevonden van vroeg of laat rooien. Mogelijk wordt het rooitijdstip voor Phlox 'Fujiyama' wel van belang bij een zwaardere warmwaterbehandeling.

### **9.3.3 Opwarmen van het waterbad**

Er kan voorzichtig geconcludeerd worden dat opwarmen van het waterbad, voorafgaand aan een warmwaterbehandeling de warmtetolerantie van een gewas niet verbetert. Bij 5 soorten vaste planten (Astilbe, Geranium, Paeonia, Phlox en Salvia) zijn geen verschillen waargenomen tussen wel of niet opwarmen van het waterbad. De gegeven warmwaterbehandeling veroorzaakte echter nauwelijks schade, waardoor eventuele schadevermindering niet goed aangetoond kon worden. Bij het koken van grote hoeveelheden van plantmateriaal (zoals in de praktijk gebeurt) zal het opwarmen wel nuttig zijn, omdat de partij gelijkmatig verwarmd wordt tot de gewenste temperatuur. Hiermee kan men voorkomen dat de buitenkant van een partij langer gekookt wordt dan het binnenste van een partij. Wel is het belangrijk om de planten na de warmwaterbehandeling zeer snel af te koelen.

## **9.4 OPSTELLEN PROTOCOL**

Door voor het begin van het teeltseizoen een beperkte hoeveelheid planten te koken en daarna op potten te planten in een kas bij 15 °C te zetten kan in ca. acht weken een goede indruk verkregen worden van de gevoeligheid van de planten voor een warmwaterbehandeling. In het direct daarop volgende teeltseizoen kan men de warmwaterbehandeling voor dit gewas proberen te optimaliseren. Hiermee kunnen twee proefrondes in één jaar worden uitgevoerd. Uit proeven met vier gewassen (Astilbe, Alchemilla, Geranium en Hosta) is gebleken dat in een kasproef een beeld verkregen wordt van de warmtetolerantie van een gewas welke overeenkomt met de warmtetolerantie die in een veldproef gevonden wordt. Het protocol is verspreid onder vasteplantenkwekers en is bijgevoegd bij dit rapport.

## **9.5 PLANTGOED**

Voor een goed aaltjesmanagement is het belangrijk om uit te gaan van schoon plantmateriaal. Door juist het plantgoed een warmwaterbehandeling te geven, worden schone percelen minder snel besmet met aaltjes. Hierdoor worden teeltproblemen in volgende jaren beter voorkomen. Verder blijven symptomen van een aaltjesaantasting in leverbaar materiaal, ook na een warmwaterbehandeling, zichtbaar op de wortels. Dit kan later alsnog problemen veroorzaken in de export.

## 10. AANBEVELINGEN

Het is gebleken dat een warmwaterbehandeling van het plantmateriaal een goede bestrijding kan geven van wortelaaltjes (*Meloidogyne hapla* en *Pratylenchus penetrans*). Warmtetolerante soorten als *Astilbe*, *Hosta* en *Paeonia* kunnen zo'n warmwaterbehandeling goed verdragen. Bij warmtegevoelige soorten geeft een warmwaterbehandeling een groter risico op schade. In onderzoek bleek door toepassing van speciale voor- en/of nabehandelingen de schade aanzienlijk beperkt te kunnen worden. Deze behandelingen lijken geen effect te hebben op de bestrijding van wortelknobbelaaltjes. Het effect op wortellesieaaltjes is nog niet bekend. Om verantwoord gebruik te maken van deze methode zal ook het effect op wortellesieaaltjes onderzocht moeten worden.

Verder moet opgemerkt worden dat de positieve resultaten met voor- en nabehandelingen behaald zijn met kleine hoeveelheden planten. Het is niet bekend of hetzelfde effect bereikt kan worden bij grotere hoeveelheden planten. Wellicht wordt toepassing in de praktijk bemoeilijkt door een slechte warmteoverdracht bij de huidige toepassing met warme lucht.

Resultaten van een warmwaterbehandeling kunnen jaarlijks variëren. Het is daarom van belang te achterhalen wat de invloed is van diverse factoren. Door de bewaring van vaste planten verder te optimaliseren kan de schade door een warmwaterbehandeling waarschijnlijk beperkt worden. Men kan hierbij denken aan de invloed van tijd en temperatuur van bewaring voor, tijdens en na het invriezen en de plaats daarin van de warmwaterbehandeling.

Het is gebleken dat het rootijdstip van invloed kan zijn op de schade door een warmwaterbehandeling. Het zou wenselijk zijn dat er toch vroeg gerooid kan worden in combinatie met een warmwaterbehandeling. Waarschijnlijk biedt een andere bewaar temperatuur mogelijkheden (in het onderzoek werd 2°C gebruikt).

Mogelijk kan de schade aan planten door een warmwaterbehandeling voorspeld worden aan de hand van bepaalde fysiologische indicatoren. Hiermee wordt het risico van een warmwaterbehandeling verkleind.

Een andere oplossing voor warmtegevoelige gewassen is een combinatie van een warmwaterbehandeling met bewaring bij een lagere bewaar temperatuur. Bij wortelknobbelaaltjes is aangetoond dat het dieper invriezen van planten (-2°C) een betere bestrijding geeft. Gecombineerd met een lichtere warmwaterbehandeling kan er zo toch een goede bestrijding gerealiseerd worden. Bij wortellesie-aaltje is dit niet aangetoond, hoewel dit op basis van literatuurbronnen wel aangenomen mag worden. Het aaltjesbestrijdend effect kan wellicht verbeterd worden door planten (tijdelijk) dieper in te vriezen. Dit moet nader onderzocht worden.



## 11. LITERATUURLIJST

- Conijn, C.; 1996.  
Warmwaterbehandeling en invriezen doden veel wortellesieaaltjes.  
Vakwerk 50: 10-11.
- Daulton, R.A.C.; Nusbaum, C.J.; 1961.  
The effect of soil temperature on the survival of the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. hapla*.  
*Nematologica* 6: 280-294.
- Doomik, A.W.; Leeuwen, P.J. van; Lans, A.M. van der; 1990.  
Krulblad in anemonen: warmwaterbehandeling is goede remedie.  
Vakwerk 15: 11-13.
- Forge, T.A.; MacGuidwin, A.E.; 1992.  
Impact of thermal history on tolerance of *Meloidogyne hapla* second-stage juveniles to external freezing.  
*Journal of Nematology* 24: 262-268.
- Green, C.D.; 1964.  
The effect of high temperatures on aqueous suspensions of stem eelworm, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev.  
*Ann. appl. Biol.* 54: 381-390.
- Guiran, G. de; Ritter, M.; 1979.  
Uit "Root-knot nematodes (*Meloidogyne species*), Systemetics, Biology and Control" Ac. Press Inc., Lamberti and Taylor, Hoofdstuk 10: Life cycle of *Meloidogyne species* and factors influencing their development.
- Kimpinski, J.; 1985.  
Effect of low temperatures in the field and laboratory on survival of *Pratylenchus penetrans*  
*Plant Disease* 69: 526-527
- Leeuwen, P. van; Weijden, J.M. van der; 1996.  
Colchicum. Koken zonder schade mogelijk door hogere voortemperatuur.  
Vakwerk 21: 8-9.
- Meij, J. van der; 1998.  
Warmwaterbehandeling tegen wortelaaltjes bij vaste planten.  
Rapport Bloembollenonderzoek nr. 114, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.
- Stermerding, S.; 1963.  
Een mixer-wattenfilter methode om vrijbeweeglijke endoparasitaire nematoden uit wortels te verzamelen.  
Versl. PIZiekt. Dienst no. 141: 170-175.
- Teylingen, M. van; 1994.  
Warmwaterbehandeling van plantemateriaal.  
Literatuurstudie in opdracht van het Produktschap voor Siergewassen en de Nederlandse Bond van Boomkwekers.
- Towson, A.J.; Lear, B.; 1982.  
Control of nematodes in rose plants bij hot-water treatment preceded bij heat-hardening.  
*Nematologica* 28: 339-353.
- Verhoeven, E.J.M.; 1997.  
Methode voor het vermeerderen en instandhouden van aaltjesvrij uitgangsmateriaal in de vasteplantenteelt.  
Rapport 47, Boomteeltpraktijkonderzoek.

Villiers, T.A.; 1975.

Dormancy and the survival of plants

Edward Arnold (Publishers) Limited, London

Winfield, A.L.; 1970.

Factors affecting the control by hot water treatment of stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn)

Filipjev in narcissus bulbs.

J. hort. Sci. 45: 447-456.

## **BIJLAGE: KOPIEËN VAN ARTIKELEN**

Cultuurkoken smoort aaltjes in de kiem

P. van Dalfsen, J. Stelder-Van der Meij

Boomkwekerij 13(2000)11: 16-17

Laat rooien beperkt schade door warmwaterbehandeling

P. van Dalfsen, J. Stelder-Van der Meij, S. Langelaan-Marinova, J. van Kampen

Boomkwekerij 13(2000)43: 24-25

Protocol voor snelle screening van warmtetolerantie van vaste planten

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Bloembollen

Laat vaste planten niet schrikken

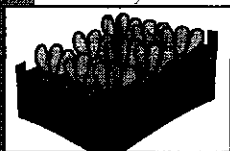
P. van Dalfsen, J. van Kampen

Boomkwekerij 14(2001)8 (in druk)

Cultuurkoken bij lage aantasting biedt meeste mogelijkheden

P. van Dalfsen, J. van Kampen

Boomkwekerij 14(2001)11 (in druk)



# Cultuurkoken smoort aaltjes in de kiem

Cultuurkoken van Astilbe 'Europa' met wortelknobbelaaltjes (links) bij 1 uur 43,5°C geeft gezonde planten (rechts).

**Cultuurkoken is een goede manier om wortelknobbel- en wortellesieaaltjes te bestrijden in vaste planten. Dit concludeert het LBO in Lisse op basis van vier jaren onderzoek. Door de aangetaste planten jaarlijks een warmwaterbehandeling te geven, is de aaltjespopulatie in de hand te houden en de kans op kookschade beperkt.**

Het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) veroorzaakt knobbels op de plantenwortels, wat de wortelgroei verstoort. Het gevolg is een slecht groeiend gewas. Het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) veroorzaakt bruine tot zwarte richte wortels en een bossig wortelstelsel. Bij een zware aantasting wordt de groei van het gewas sterk geremd.

Het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO) in Lisse doet al een aantal jaren onderzoek naar de bestrijding van de wortelaaltjes in vaste planten met behulp van warmwaterbehandelingen. Uit dit onderzoek blijkt dat een eenmalige warmwaterbehandeling van minimaal twee uur 43°C noodzakelijk is voor een goede bestrijding van wortel-

knobbelaaltjes. Voor een goede bestrijding van wortellesieaaltjes is minimaal 1,5 uur 45°C nodig.

Veel vaste planten kunnen deze behandelingen echter niet verdragen. Er ontstaat schade in de vorm van oogstreductie en/of een tragere opkomst. Voor dergelijke gewassen kan cultuurkoken een alternatief zijn. Bij cultuurkoken krijgen de planten na elke teelt een warmwaterbehandeling bij een lagere temperatuur of kortere tijdsduur.

## Cultuurkoken

De afgelopen jaren zijn verschillende proeven uitgevoerd om te bepalen welk effect cultuurkoken heeft op de bestrij-

## Proefopzet Astilbe 'Europa'

### Partijen:

- besmet met wortellesieaaltjes;
- besmet met wortellesieaaltjes en wortelknobbelaaltjes.

### Warmwaterbehandelingen:

- met één of twee uur 43,5°C (partij met alleen wortellesieaaltjes);
- met één of twee uur 41°C, één of twee uur 43,5°C, 0,5 uur 45°C (partij met beide wortelaaltjes).

### Frequentie van de behandelingen:

- eerste jaar warmwaterbehandeling, tweede jaar warmwaterbehandeling (cultuurkook);
- eerste jaar warmwaterbehandeling, tweede jaar nateelt.

## Proefopzet Phlox 'Fujiyama'

### Partij:

- besmet met wortelknobbelaaltje.

### Warmwaterbehandelingen:

- met één of twee uur 41°C.

### Frequentie van de behandelingen:

- eerste jaar warmwaterbehandeling, tweede jaar warmwaterbehandeling (cultuurkook);
- eerste jaar warmwaterbehandeling, tweede jaar nateelt.

**Cultuurkoken van Astilbe 'Europa' geeft minder kans op schade aan het gewas, terwijl de aaltjespopulatie op een laag niveau is te houden.**



vaste planten

## Vervolgonderzoek

Het onderzoek naar cultuurkoken op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO) in Lisse is het laatste jaar ingegaan. Er wordt nog gekeken naar het effect van meer jaren koken op de bestrijding van wortelaaltjes. De nadruk van het onderzoek ligt op het verminderen van schade aan planten door de warmwaterbehandeling. Het geven van voor- of nabehandelingen lijkt een goede mogelijkheid hiervoor. De planten worden dan voor of na de warmwaterbehandeling een aantal dagen bij een temperatuur tussen 15 en 30°C gezet. Het is nog niet bekend of de voor- of nabehandeling effect heeft op de aaltjesbestrijding.

Verder doet het LBO nog enkele proeven om te bepalen of bewaaromstandigheden en rooitijdstip invloed hebben op eventuele schade door de warmwaterbehandeling. Ten slotte wordt een protocol opgesteld, waarmee de kweker voor zijn eigen vaste planten kan testen of een effectieve warmwaterbehandeling mogelijk is zonder beschadiging van het gewas.

**Gewas**

ding van wortelknobbel- en wortellesie-aaltjes. De proeven zijn gedaan met aangetaste partijen van *Astilbe* 'Europa' en *Phlox* 'Fujiyama' (kader Proefopzet).

De aangetaste planten werden in het eerste jaar behandeld bij verschillende combinaties van temperatuur en tijdsduur en vervolgens opgeplant op het veld. Na het rooien (half november) werden het oogstgewicht en de aaltjesaantasting van de wortels bepaald en werden de planten gescheurd. De ene helft van de planten kreeg in het volgende jaar opnieuw dezelfde warmwaterbehandeling (cultuurkook). De andere helft werd zonder warmwaterbehandeling nageteeld. Aan het eind van het tweede groeiseizoen zijn de planten opnieuw beoordeeld.

### Nateelt

Uit de behandelingen die eenmalig gekookt waren en zonder aanvullende

warmwaterbehandeling werden nageteeld, bleek dat planten weer snel aangetast werden wanneer de warmwaterbehandeling slechts een beperkte aaltjesbestrijding gaf. *Astilbe* met wortelknobbel-aaltjes die eenmalig behandeld waren met twee uur 41°C, waren na een jaar nateelt bijna even ziek als onbehandelde planten. Zelfs zeer licht aangetaste planten waren na een jaar nateelt al weer wat zwaarder aangetast. Ook bij het wortellesieaaltje is geconstateerd dat het aaltje bij onvoldoende doding weer vrij snel voor problemen kan zorgen.

Bij A. 'Europa' is in het eerste jaar van de cultuurkook in één van de twee proeven een opbrengstreductie ontstaan na twee uur 43°C. Wanneer het plantmateriaal voor de tweede keer werd gekookt, gaf dat in geen van de proeven een opbrengstreductie ten opzichte van onbehandelde planten.

P. 'Fujiyama' vertoonde in het eerste

kookjaar behoorlijke schade bij één of twee uur 41°C, een resultaat dat in eerdere proeven nooit was gevonden. In het tweede kookjaar waren er geen oogstverschillen.

### Effect cultuurkoken

Om de wortelknobbelaaltjes te beheersen, zal het nodig zijn jaarlijks minimaal bij één uur 43°C te koken. Het is nog niet duidelijk of een cultuurkook van twee uur 41°C op de langere termijn effectief is. Dit moet blijken uit proeven met aangetaste partijen van A. 'Europa' en P. 'Fujiyama', die voor het derde achtereenvolgende jaar behandeld worden met twee uur 41°C.

Twee jaar een behandeling bij twee uur 43,5°C blijkt niet voldoende om alle wortellesieaaltjes te doden. Een jaarlijkse behandeling van twee uur 43,5°C, één uur 43,5°C of 0,5 uur 45°C lijkt echter wel mogelijkheden te bieden om de aaltjespopulatie op een laag niveau te houden. Ook de door wortellesieaaltje aangetaste partij A. 'Europa' zal voor de derde achtereenvolgende keer gekookt worden.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat het tijdstip van de warmwaterbehandeling belangrijk is. Bij een behandeling in december is de bestrijding van de wortelaaltjes beter, maar de kans op schade aan het gewas groter. Bij een behandeling in maart is de bestrijding van de wortelaaltjes slechter, maar geeft de warmwaterbehandeling minder schade. ●

**Pieter van Dalfsen**

**Jolanda Stelder-Van der Meij**

P. van Dalfsen en J. Stelder-van der Meij zijn werkzaam bij het LBO in Lisse, telefoon (0252) 46 21 21

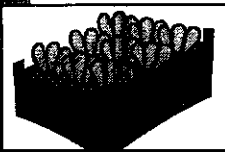
**Tabel 1. Bestrijding wortelknobbelaaltjes in proefgewassen.**

Gewas	Behandeling	Aantasting
<i>Astilbe</i> 'Europa'	Twee jaar warmwaterbehandeling van twee uur 43,5°C of 0,5 uur 45°C	Geen
A. 'Europa'	Twee jaar warmwaterbehandeling van één uur 43,5°C	Enkele knobbels
A. 'Europa' en <i>Phlox</i> 'Fujiyama'	Twee jaar cultuurkook van twee uur 41°C	Reductie, maar bestrijding niet afdoende
A. 'Europa' en <i>Phlox</i> 'Fujiyama'	Twee jaar cultuurkook van één uur 41°C	Geen verandering

**Tabel 2. Bestrijding wortellesieaaltjes in proefgewassen.**

Gewas	Behandeling	Aantasting
<i>Astilbe</i> 'Europa'	Twee jaar cultuurkook van twee uur 43,5°C	Bijna geheel verdwenen
A. 'Europa'	Twee jaar cultuurkook van één uur 43,5°C of 0,5 uur 45°C	Sterke reductie
A. 'Europa'	Twee jaar cultuurkook van één of twee uur 41°C	Kleine afname

Bron: LBO, Lisse



vaste planten

Het rooitijdstip van vaste planten is van invloed op de schade die kan optreden door warmwaterbehandeling. Dat blijkt uit onderzoek op het LBO. De gevoeligheid verschilt echter per gewas en per cultivar. Bij *Astilbe* kan forse schade ontstaan door het koken van vroeg gerooide planten; *Phlox* lijkt minder gevoelig.

# Laat rooien beperkt schade door warmwaterbehandeling

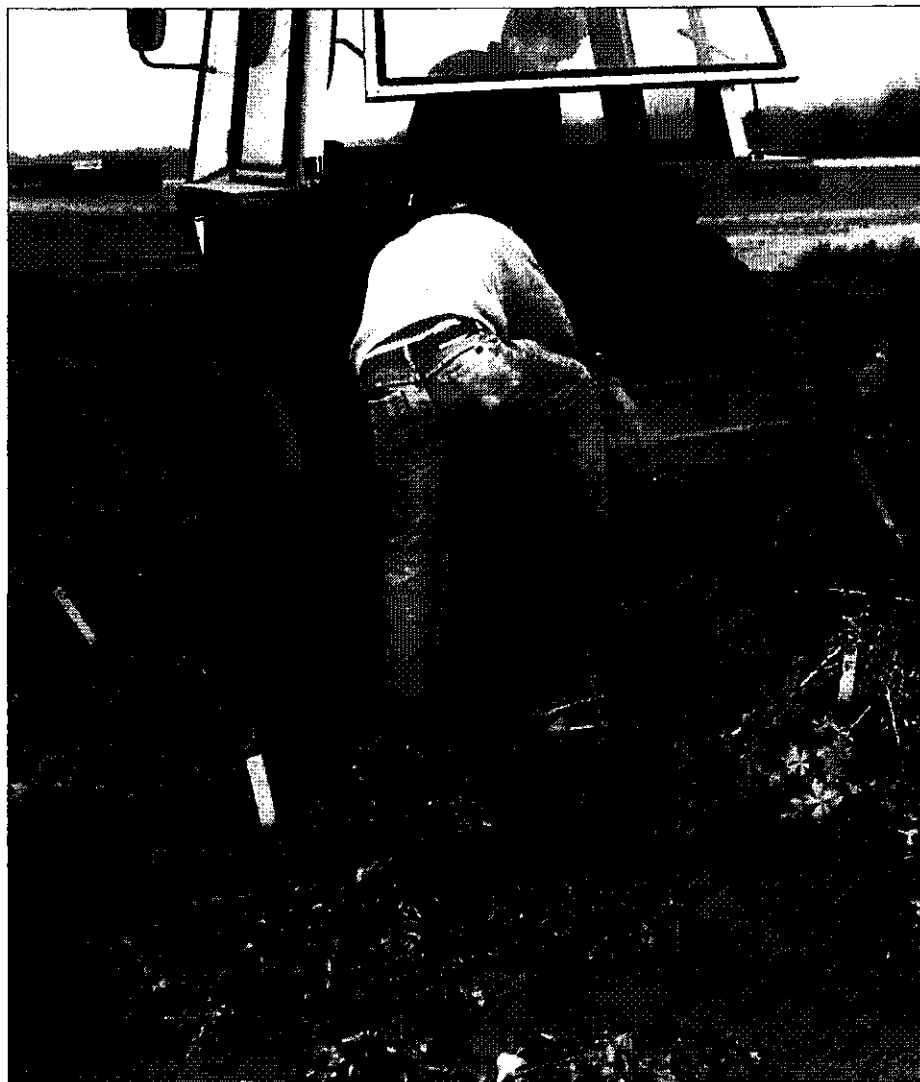


Foto: LBO, Lisse

Om de kans op schade door een warmwaterbehandeling te beperken, heeft het de voorkeur om zo la

Een aantasting door wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*) en wortellessieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) in vaste planten is goed te bestrijden door het toepassen van een warmwaterbehandeling van het plantmateriaal. Uit onderzoek van het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO) in Lisse is gebleken dat een warmwaterbehandeling van twee uur 43,5°C bij eenmalige toepassing noodzakelijk is voor een succesvolle bestrijding van het wortelknobbelaaltje en 1,5 uur 45°C voor een goede bestrijding van het wortellessieaaltje. Zo'n warmwaterbehandeling kan echter grote schade geven aan het gewas. Het is daarom belangrijk de warmtetolerantie van een gewas te kennen.

Eén van de factoren die de warmtetolerantie bepalen, zou de mate van rust kunnen zijn waarin de planten zich bevinden op het moment van de warmwaterbehandeling. De verwachting is dat vroeg gerooide planten, dus minder in rust, meer schade oplopen bij het koken dan laat gerooide planten. Misschien zijn

de planten kunstmatig in rust te brengen door ze enige weken te bewaren in de koelcel, voordat de behandeling uitgevoerd wordt. Onderzocht is of het rooitijdstip en het moment van de warmwaterbehandeling de warmtetolerantie van het gewas kunnen beïnvloeden.

## Drie rooitijdstippen

Op het LBO zijn proeven uitgevoerd om te bepalen wat de invloed is van het rooitijdstip en het moment van een warmwaterbehandeling op de schade aan de planten. De proeven zijn uitgevoerd met *Phlox* 'Fujiyama' en *Astilbe* 'Europa'.

De partijen *Astilbe* en *Phlox* zijn op drie tijdstippen gerooit: half oktober, half november en half december. Planten van elk rooitijdstip hebben op een van de drie momenten een warmwaterbehandeling ondergaan (figuur 1). De uitgevoerde warmwaterbehandeling was voor A. 'Europa' 2,5 uur 43,5°C en voor P. 'Fujiyama' 1,5 uur 43,5°C. De gekookte planten werden vergeleken met

niet-behandelde planten van hetzelfde rooitijdstip. Na het groeiseizoen is het oogstgewicht bepaald.

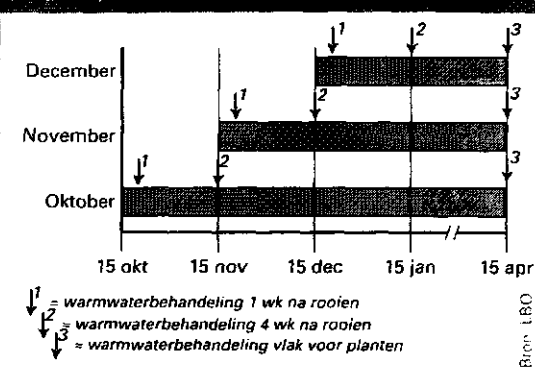
De proef is een jaar later herhaald, waarbij *Phlox* alleen in oktober en december gerooit is. De tweede proef van *Astilbe* staat momenteel nog op het veld. Daarvan zijn nog geen oogstgewichten bekend, maar er zijn wel verschillen in gewasstand.

## Astilbe laat rooien

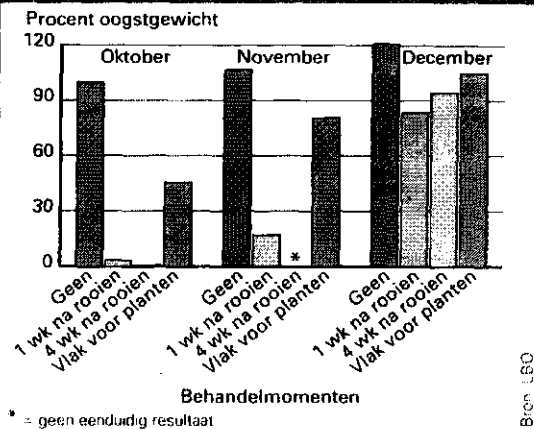
Bij A. 'Europa' blijkt het rooitijdstip een grote invloed te hebben op de uiteindelijke schade door de warmwaterbehandeling (figuur 2). Koken van in oktober gerooide planten resulteerde op elk tijdstip in grote schade. Naarmate er later gerooit werd, was de schade door de warmwaterbehandeling minder. Een warmwaterbehandeling vlak voor het planten gaf veelal de minste of geen schade.

Bij laat gerooide planten is het moment van warmwaterbehandeling minder van

Figuur 1. De rooitijdstippen (begin van de staven) en tijdstippen van warmwaterbehandeling (1 t/m 3).



Figuur 2. Laat rooien in combinatie met een warmwaterbehandeling vlak voor het planten geeft bij *Astilbe* 'Europa' een kleinere kans op schade.



gelijk te rooien.

belang. Laat gerooide planten zijn blijkbaar beter in rust dan vroeg gerooide planten. Het lijkt niet mogelijk om vroeg gerooide planten van *Astilbe* een betere warmtetolerantie te geven door ze eerst vier weken in de koelcel te bewaren en ze pas daarna een warmwaterbehandeling te geven. Vroeg gerooide planten die eerst vier weken bij +2°C bewaard zijn, zijn namelijk gevoeliger voor een warmwaterbehandeling dan planten die een maand later gerooid zijn en vervolgens een warmwaterbehandeling krijgen.

### Phlox weinig gevoelig

In het eerste proefjaar met *P. 'Fujiyama'* was er beperkte oogstschade door de warmwaterbehandeling. De schade was bij alle rooitijdstippen en behandelmomenten gelijk. In het tweede proefjaar is er bij het rooitijdstip oktober alleen schade gevonden bij het tijdstip 'vier weken na rooien'. Bij het rooitijdstip december is er bij geen van de behandelmomenten schade gevonden. Deze resul-

taten wijzen erop dat voor *P. 'Fujiyama'* het rooitijdstip geen duidelijke invloed heeft op de schade door de warmwaterbehandeling.

Verder gaven de kooktijdstippen van de toegepaste warmwaterbehandeling geen verschillen in oogstgewicht. Uit eerder onderzoek is gebleken dat het tijdstip van warmwaterbehandeling voor *P. 'Fujiyama'* wel van belang is bij zwaardere warmwaterbehandelingen, zoals bijvoorbeeld twee uur 43,5°C. In dat geval blijkt een warmwaterbehandeling vlak voor het planten minder schade te geven dan eerder koken.

Pieter van Dalfsen

Jolanda Stelder-van der Meij

Svetla Langelaan-Marinova

Joost van Kampen

P. van Dalfsen, J. Stelder-v.d.Meij, S. Langelaan-Marinova en J. van Kampen zijn werkzaam bij het Laboratorium voor Bloembollenvonderzoek in Lisse.



S40-KV aanbouw Select rooier



HST-325 rups rooier



S-440 zelfrijdende Select rooier



HWD-670 universele Select rooier

Voor elk bedrijf een passende rooimachine van Damcon. Al 30 jaar het bewijs van kwaliteit en service!

Bezoek onze internetsite voor meer info:  
[www.damcon.nl](http://www.damcon.nl)

LANDBOUW - MECHANISATIEBEDRIJF  
**J. VAN DAM B.V.**

Hamsestraat 14 4043 LH Opheusden  
Telefoon 0488-442828 Fax 0488-442517

## Protocol voor snelle screening van warmtetolerantie van vaste planten

### Warmwaterbehandeling tegen wortelaaltjes in vaste planten:

- ✓ Een goede bestrijding van het *wortelknobbelaaltje* vindt plaats bij 2 uur 43½°C
- ✓ Een goede bestrijding van het *wortelstekelaaltje* vindt plaats bij 1 uur 43½°C
- ✓ Veel vaste planten zijn niet vatbaar voor wortelaaltjes

Met dit protocol kan worden getest of en onder welke voorwaarden, een soort een warmwaterbehandeling (wwb) kan doorstaan. Het protocol is opgedeeld in twee fasen:

- Fase 1: een grove screening om vast te stellen of er perspectief is voor een warmwaterbehandeling  
Fase 2: een vervolgttest om de warmwaterbehandeling te optimaliseren.

### FASE 1: GROVE SCREENING

Fase 1 kan op het veld worden uitgevoerd (zie *veldproef*), maar dan zijn er twee teeltseizoenen nodig om beide fasen te doorlopen. Door fase 1 in februari in de kas (zie *kasproef*) te starten, kunnen beide fasen in hetzelfde teeltseizoen doorlopen worden.

#### KASPROEF

##### Benodigheden kasproef:

- 80 planten uit één partij
- kasruimte 15°C
- 80 potten (ca. 2 l)
- warmwaterbad voor 3 partijen van 20 planten

Tijdsduur: ca. 8 weken.

##### Uitvoering kasproef:

- Gebruik 20 planten per behandeling (zie *behandelingen*).
- Koel de planten na de wwb af in koud water (± 15 minuten) en plant ze vervolgens op in potten.
- Zet de planten bij een kastemperatuur van ca. 15°C gedurende ca. 8 weken.
- Volg de opkomst en groei van de planten in deze periode.

#### VELDPROEF

##### Benodigheden veldproef:

- 200 planten uit één partij
- warmwaterbad voor 3 partijen van 50 planten

• 4 veldjes

Tijdsduur: een teeltseizoen.

##### Uitvoering veldproef:

- Gebruik 50 planten per behandeling (zie *behandelingen*).
- Koel de planten na de wwb af in koud water (± 15 minuten)
- Plant alle behandelingen op dezelfde dag, zodat de opkomst goed vergeleken kan worden
- Volg tijdens het groeiseizoen de opkomst en groei van de verschillende behandelingen.

##### Behandelingen:

1. onbehandeld (geen wwb ter vergelijking van de opkomst)
2. 2 uur 41°C
3. 1 uur 43½°C
4. 2 uur 43½°C

Met dit beperkt aantal behandelingen verkrijgt men snel inzicht in de warmtetolerantie van een gewas. Bij gewassen waar al informatie over bekend is, kan men de zwaarte van de behandelingen aanpassen naar beneden of naar boven.

##### Beoordeling kas- of veldproef:

Aan de hand van de groei en de opkomst kan de warmtetolerantie globaal worden ingeschat; in de kasproef na ca. 8 weken; in de veldproef aan het eind van het groeiseizoen. Er zijn 4 mogelijkheden:

- a. **het gewas is zeer warmtetolerant:**  
geen opkomst- en groeiverschillen t.o.v. onbehandeld, dus geen schade
- b. **het gewas is warmtetolerant:**  
na de behandelingen 2 uur 43½°C komt maximaal de helft van de planten niet op; opgekomen planten groeien slecht. In overige behandelingen weinig groeiverschillen t.o.v. onbehandeld.
- c. **het gewas is niet warmtetolerant:**  
na de behandelingen bij 1 uur 43½°C en 2 uur 43½°C komt maximaal de helft van de planten niet op; opgekomen planten groeien slecht. In overige behandelingen weinig groeiverschillen t.o.v. onbehandeld.
- d. **alle overige situaties**

### FASE 2: OPTIMALISERING IN TEELTSEIZOEN

In de tweede fase gaat men verder met de uitkomst van de grove screening (fase 1). De proeven worden op het veld uitgevoerd, zodat er een goed beeld van de schade verkregen wordt. Er wordt een voorbehandeling toegevoegd, waarmee bij sommige soorten de warmtetolerantie verhoogd kan worden.

##### Benodigheden:

- 150 planten uit één partij
- cel bij 30°C
- 3 veldjes
- cel (of kas) bij 15°C

• warmwaterbad voor 2 partijen van 50 planten

Tijdsduur: een teeltseizoen.

##### Uitvoering:

- Gebruik 50 planten per behandeling.
- Voer de warmwaterbehandelingen uit vlak voor het planten. Zorg dat de planten voor de behandeling volledig ontdood zijn (planten mogen niet uitdrogen).
- Zet de planten na de warmwaterbehandeling 3 à 4 dagen bij 15-20°C; de onbehandelde planten ook en op hetzelfde moment
- Plant alle behandelingen op dezelfde dag, zodat de opkomst goed gevolgd kan worden.
- Volg tijdens het groeiseizoen de opkomst en de groei van de verschillende behandelingen.

##### Behandelingen (afhankelijk van fase 1):

- a. **Uitkomst fase 1: het gewas is zeer warmtetolerant.**  
Probeer de bestrijding te verbeteren door de behandelingen iets te verzwaren:
  1. geen wwb
  2. 2 uur 43½°C
  3. 1½ uur 45°C (evt. 3 uur 43½°C)
- b. **het gewas is warmtetolerant.**  
Probeer de schade bij 2 uur 43½°C te beperken m.b.v. een voorbehandeling.
  1. geen wwb
  2. 2 uur 43½°C
  3. 2 dagen 30°C vóór wwb (2 uur 43½°C)
- c. **het gewas is niet warmtetolerant.**  
Probeer de schade te bij 1 uur 43½°C te beperken m.b.v. een voorbehandeling.
  1. geen wwb
  2. 1 uur 43½°C
  3. 2 dagen 30°C vóór wwb (1 uur 43½°C)

N.B. Bij deze behandelingen is jaarlijks koken nodig.
- d. **alle overige situaties**  
Probeer de schade bij 2 uur 41°C te beperken m.b.v. een voorbehandeling.
  1. geen wwb
  2. 2 uur 41°C
  3. 2 dagen 30°C vóór wwb (2 uur 41°C)

N.B. Bij deze behandelingen is jaarlijks koken nodig.

##### Beoordeling:

Kies op basis van de resultaten van opkomst en groei een geschikte warmwaterbehandeling voor dit gewas, eventueel gecombineerd met een voorbehandeling.

### Enkele aandachtspunten:

- Resultaten uit de proeven geven geen garantie voor resultaten in de praktijk.